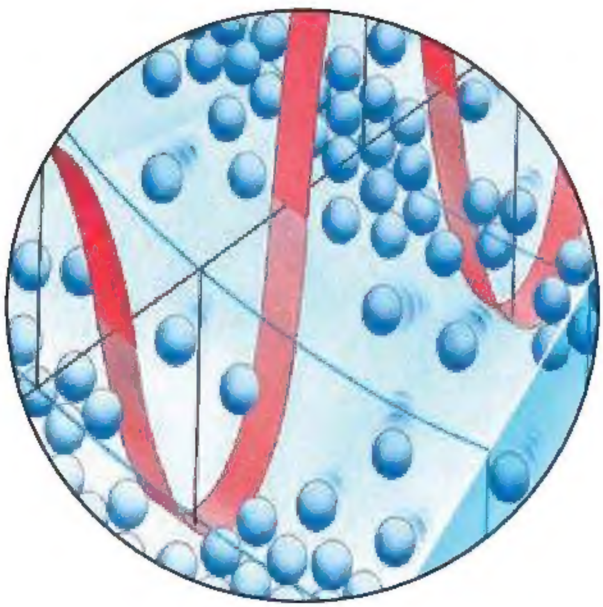
العلوم



حقائق مذهلة عن عالم العلوم

العلوم



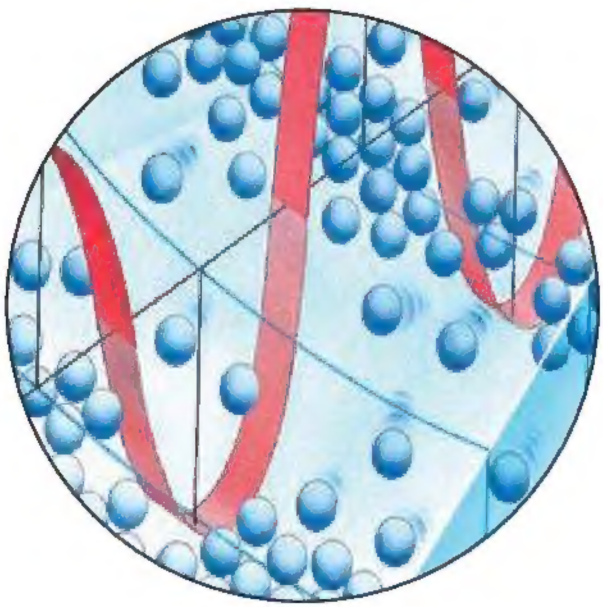
© الإيداع القانوني: السداسي الثاني 2016
ردمك: 978-9947-36-448-2

الطبعة الأولى 1437هـ - 2016م

نوميديا للطباعة و النشر و التوزيع
22، شارع قيطوني عبد المالك
قسنطينة - الجزائر.
هاتف/فاكس: 031.92.25.61 213+

دار المؤلف
Dar Al-Moualef
للنشر والطباعة والتوزيع ش م م
for Publishing, Printing and Distribution s.a.r.l.
Tel.: +961 1 823720
Fax : +961 1 825815
info@daralmoualef.com

العلوم



إعداد: لجنة موسوعة باراغون

ترجمة: فاديا قرعان

المحتويات

6 مقدمة

القسم 1
المادة والكيماويات

12 الذرات
14 الجزيئات
16 المواد الصلبة والسوائل والغازات
18 الانصهار والغليان
20 الماء
22 الذوبان
24 التغيرات الكيميائية
26 المعادن

القسم 2
الطاقة والحركة والآلات

30 الطاقة
32 تحويل الطاقة
34 القوى والحركة
36 الجاذبية
38 الحرارة والبرودة
40 آلات بسيطة
42 الاحتكاك
44 الطاقة للعالم

القسم 3
الكهرباء والمغناطيسية

48 الطاقة الكهربائية
50 الكهرباء الساكنة
52 تدفق الكهرباء
54 الكهرباء المنتجة من مواد كيميائية
56 الدوائر الكهربائية
58 الكهرباء تولّد المغناطيسية
60 المغناطيسية الغامضة
62 الاتصالات

القسم 4
الصوت والضوء

66 الموجات
68 موجات الصوت
70 الأصوات العالية والمنخفضة
72 الأصوات الصاخبة والناعمة
74 الضوء
76 الضوء المنعكس
78 الضوء المنكسر
80 استخدام الضوء

القسم 5
الأرض والحياة

84 داخل الأرض
86 البراكين والزلازل
88 الجو
90 الطقس والمناخ
92 الأنهار والبحيرات
94 الحياة على الأرض
96 حياة ما قبل التاريخ
98 الأرض في ورطة

القسم 6
المكان والزمان

102 الأرض في الفضاء
104 مساحة استكشاف
106 مدار الأرض
108 الكواكب الداخلية
110 حول الشمسية
112 الكواكب الخارجية
114 الشمس
116 الوقت

المشاريع العلمية

المادة والكيماويات

118–119 الخلط والانتشار
صناعة المحاليل
نمو البلورات
120–121 التوتر السطحي
عمل شعري
دولاب الماء

الطاقة والحركة والآلات

122 –123 منطاد الهواء الساخن
جناح طائرة
مبدأ برنولي
124–125 أوتوجايرو
قوة الجرّ!
مولد الرياح

الكهرباء والمغناطيسية

126–127 موصل أو عازل؟
الكهرباء الساكنة
صنع بطارية
128–129 الحقول المغناطيسية
صنع المغناطيسية
بوصلة بسيطة
الموجات اللاسلكيّة

الصوت والضوء

130–131 انتشار الذبذبات
موجات في صينية
السماع عبر الأذنين
132–133 كم يبلغ عمقه؟
كاميرا في صندوق
ميكروسكوب في قطرة ماء

الأرض والحياة

134–135 الضوء من أجل النمو
الانتحاء الضوئي
قالب
136–137 ماذا تفعل النار بالهواء؟
الهواء والطقس
138 معجم المصطلحات
140 الفهرس

المقدمة



أدوات مصنوعة من الحجر قبل 10000 سنة تظهر مهارة حرفية ومعرفة أولية لعلم المواد.

متى بدأ العلم؟ ربما عندما بدأ الإنسان القديم، قبل ملايين السنين، بالتقاط الحجارة وتشكيلها لصنع أدوات من الحجر. جرّب بعضهم أنواعًا مختلفة من الحجارة. فلاحظ أن أحد أنواع الصخور ينتج أطرافًا أكثر حدة من الأنواع الأخرى. لقد شكل هذا إحدى التجارب الأولى التي قام بها الإنسان. وبدأ شيئًا فشيئًا باختبار أنواع أخرى من الحجارة وتبين أنها أفضل بكثير مما اكتشفه من قبل. واليوم يقوم العلماء المختصون بعلوم وهندسة المواد بالشيء نفسه، يركبون أحدث السبائك والمركبات التي تصنع بحسب الطلب لأهداف محددة.

المنهج العلمي

يُفترض بالعلم أن يتقدم بطريقة منطقية وعقلانية ومتدرجة تُعرف بـ«المنهج العلمي». فنطوّر إما فكرة أو نظرية أو فرضية، ما يجب أن يؤدي إلى بناء توقعات. فنصمم التجارب والاختبارات للتحقق من هذه التوقعات. وفي أثناء التجارب، ندرس ونراقب ونقيس ونقيّم. وبعد ذلك، نعاين النتائج ونحللها. فإن طابقت التوقعات، تكون داعمة للنظرية الأساسية. وبعد التحقق مرارًا وتكرارًا من التجارب والنتائج، يمكننا عندئذٍ الانتقال إلى المرحلة الثانية.

تنشئ بهذه الطريقة إطارًا واسعًا ومترابطًا من الفهم و المعرفة، يمتد من أصغر الجزيئات ليصل إلى عناصر الكون كافة.





تشير خريطة تظهر أفكار نيكولاس كوبرنيكوس الثورية من أربعينيات القرن السادس عشر إلى أن الأرض وكواكب أخرى تدور حول الشمس.



هرم الجيزة العظيم الذي بناه المصريون منذ نحو 4600 سنة بدقة لا متناهية.

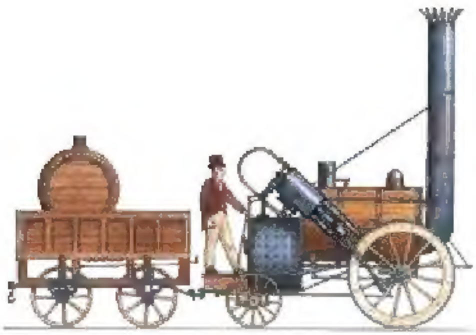
العلم الحقيقي

إلا أن الواقع مختلف نوعًا ما. فالعلم ليس دائمًا منطقيًا ومحسوسًا، يتقدّم على مراحل صغيرة من التجربة والاختبار. يتبادر إلى ذهن الناس رؤًى فجائية وشرارات من الوحي يمكن أن تؤدي إلى حدوث ثورة علمية. فعلى سبيل المثال، عنّت على رأس العالم إسحاق نيوتن فكرة الجاذبية عندما سقطت تفاحة إلى جانبه، وربما على رأسه. لقد أدّت هذه الحادثة البسيطة إلى نظرية الجاذبية الكونية. وهو ما شكّل أهمية كبيرة بحيث أنشأ أساسًا جديدًا للعلوم الفيزيائية منذ أكثر من ثلاثة قرون ونصف قرن. ومن ثم أحدث ألبرت آينشتاين تقدّمًا هائلًا في بدايات القرن العشرين بنظريته حول «مسألة النسبية الخاصة» التي أعقبتها نظريته الثانية حول «مسألة النسبية العامة».

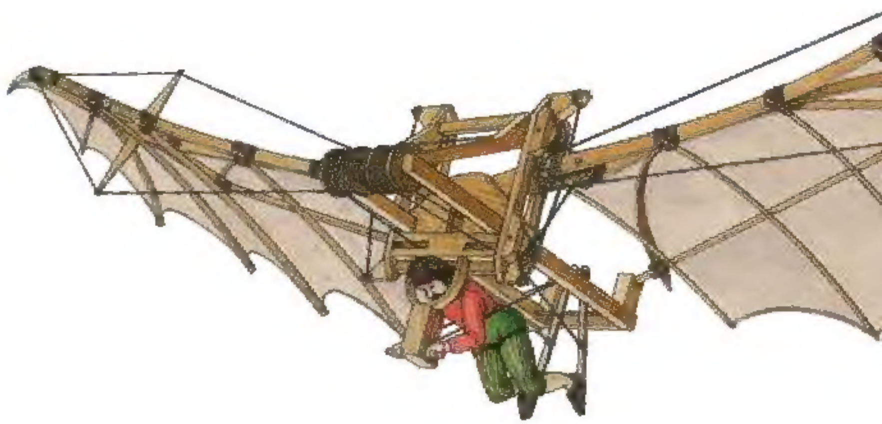
حقول العلم

يتضمن العلم فروعًا أو حقولًا كثيرة. وبشكل عام، تندرج تحت ثلاث فئات واسعة وهي الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية.

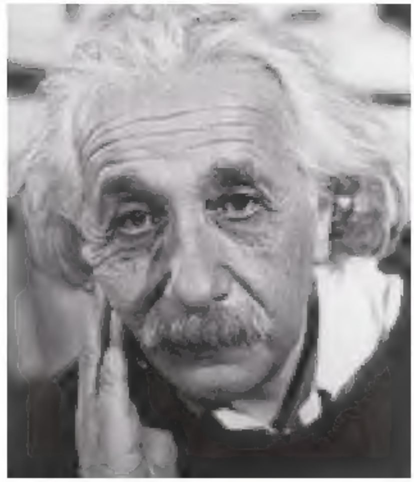
تختص العلوم الفيزيائية بالمادة والطاقة والحركة وتركيبة الكون. وتُعنى أيضًا بالآلات والتكنولوجيا.



سخرت الثورة الصناعية التي بدأت في بريطانيا خلال منتصف القرن الثامن عشر طاقة الآلات من أجل استخراج المعادن من الأرض، والتصنيع والنقل وإنتاج المصانع. وبدأت القطارات التي تعمل على البخار تجوب الأرياف.



لم يتم إنشاء فكرة ليوناردو دا فينشي عن الآلة الطائرة (منذ نحو 1500 سنة)، وفي أي حال، كانت ثقيلة جدًا لتتمكّن من الطيران. لكنها أظهرت طموحًا وبصيرة علمية عظيمة.



أحدث ذكاء ألبرت آينشتاين (1879 - 1955) تغيّرات ضخمة في العلم. إذ تطابقت أفكاره بشأن الجاذبية والوقت والفضاء والجزيئات والقوة مع الإطار الجديد لنظرية النسبية.

تشمل علوم الكيمياء دراسة المواد أو العناصر الكيميائية : ممّ تتكون وكيف تختلف المادة عن الأخرى بخصائصها وصفاتها؟ ويتناول مجال آخر مهم جدًّا في الكيمياء التغيرات التي تحدث للمواد أو للعناصر الكيميائية عندما تمتزج أو يتفاعل بعضها مع بعض.

تغطي العلوم البيولوجية الحياة والكائنات الحيّة بأشكالها كافة بدءًا من الجراثيم الميكروسكوبية إلى أشجار الصندل الأحمر العملاقة والحيتان الزرقاء. وتُعنى بطريقة صمودها وتنقلها واقتياتها وتناسلها وتفاعلها مع المحيط أو البيئة التي تعيش فيها.



تجتمع البيولوجيا والتكنولوجيا وعلم المواد والهندسة والتصميم في إنتاج أجزاء للجسم مصنوعة من البلاستيك والتيتانيوم مثل المفاصل الاصطناعية.

العلوم المختلطة

كانت هذه الفروع الثلاثة الأساسية من العلوم فيما مضى متباعدة كل البعد، لكنها أصبحت اليوم موحدة في أغلب الأحيان. فحتى يتم تصنيع طرف اصطناعي للجسم مثلًا كالمفصل على سبيل المثال، يقتضي ذلك اجتماع هذه الحقول العلمية الثلاثة. على المفصل الصمود في وجه الضغوط والجهود الجسدية، والتعرض الكيميائي لأملاح الجسم وسوائله والاتصال البيولوجي مع خلايا الجسم المجهرية.

تتناول أقسام هذا الكتاب فروع العلوم الأساسية، لكنه يسلّط الضوء أيضًا على اتصال بعضها ببعض. وستبدأ الصفحات بالعناصر الأساسية التي تشكل المادة والذرات والقوى التي تجمعها معًا. ثم تنتقل إلى نطاق أكبر بكثير وتنتهي بنظرة إلى الكون بأكمله وطبيعة الفضاء والوقت.

ما الهدف من العلم؟

لماذا يطبّق العلم أصلًا؟ لزيادة المعرفة والفهم، على الرغم من أن هذا قد لا يبدو مرتبطًا بالحياة اليومية. لكن العلم أحدث تغيّرات هائلة بعالمنا المعاصر. لقد



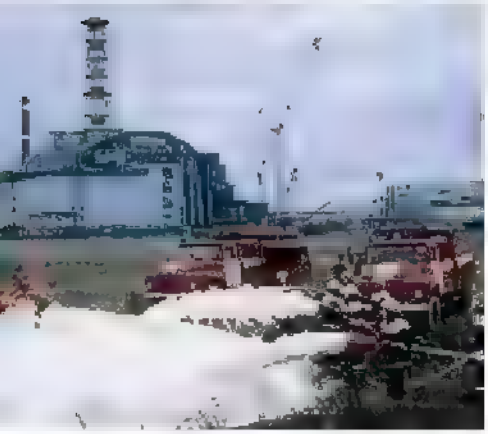
أطلقت المركبات الفضائية القابلة لإعادة الاستخدام مئات الأقمار الاصطناعية وأجرت آلاف التجارب في فضاء «تنعدم فيه الجاذبية».



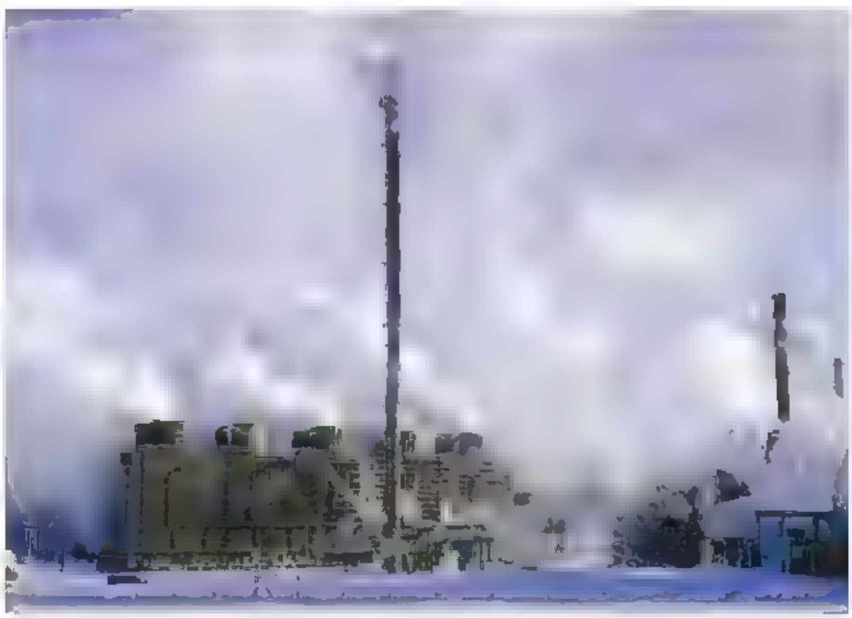
يصغر العالم يوميًا نتيجة سهولة انتقال المعلومات وسرعتها، باستخدام العلم والاتصالات السلكية واللاسلكية.

أصبحت لدينا أدوات عالية التقنية مثل مشغلات الأسطوانات والهواتف الخلوية والسيارات والطائرات وأجهزة الكمبيوتر والإنترنت. ويحظى معظم الناس بمزيد من العمر وبحياة أكثر راحةً وصحيةً من ذي قبل.

لكن كوكب الأرض في خطر أكثر من ذي قبل. فالتلوّث يسود الجو ويتسرب إلى التربة والمياه. وأوشكت مصادرنا الطبيعية كالبترول (النفط الخام) على النفاد. وينتشر الجوع والمرض في بعض المناطق. ويطلق التلاعب بجينات الطبيعة سلالة جديدة من الجراثيم الخارقة المقاومة للأدوية. لكن هذه الأمور ليست ناجمة عن العلم بحد ذاته، بل من طريقة استخدام العلم وتطبيقه.



في عام 1986 انفجر المفاعل النووي في منطقة تشيرنوبيل في أوكرانيا، ونشر إشعاعات ضارة على ملايين الكيلومترات المربعة.



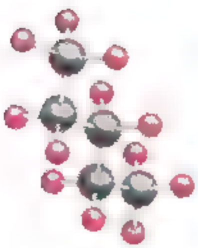
يشكل الاحتباس الحراري والمطر الحمضي ومشكلة الأوزون المخاطر الثلاثة الأساسية التي تهدد بيئة عالمنا.



يعتمد الغنى والراحة في العالم الصناعي على الأراضي والمصادر الطبيعية التي غالبًا ما تقع في البلدان الأقل نموًا. فعالم الطبيعة يعاني أيضًا أضرارًا بالغة.

القسم

1







المادة والمواد الكيميائية

تتشكل المواد كافة والمواد الكيميائية من دبوس الشعر إلى النجوم من الذرات. تجتمع الذرات أو يرتبط بعضها ببعض لتشكيل الجزيئات. ويمكن للذرّات والجزيئات الانفصال والتوحد مجددًا في تركيبات جديدة. يسمى هذا «التحول الكيميائي». تظهر المادة بثلاث حالات أساسية: جامدة وسائلة وغازية.





الذرات

تتكوّن الأشياء الكبيرة من أشياء صغيرة. نأخذ على سبيل المثال كوخًا خشبيًّا مصنوعًا من عشرات الألواح الخشبية. يتألف الكوخ من عشرات ملايين الألياف الخشبية الصغيرة. والليف الخشبي الواحد مؤلف من مواد ليفية أصغر حجمًا ذات مادة تسمى ليغنين. ويتكون الليغنين من أشياء متناهية الصغر، وهي الذرات. إذا تحققنا من أي شيء، من ناطحات السحاب إلى رؤوس الدبابيس، فإننا سنجده في النهاية مصنوعًا من هذه الجزيئات المتناهية الصغر التي تُعرف بالذرات، وهي صغيرة جدًّا إلى حدّ أننا لا نستطيع رؤيتها بالعين المجردة. تتكوّن جميع الأشياء والمواد والأغراض والمواد الكيميائية وغير ذلك من أشكال المادة من الذرات.



ذرات متصل بعضها ببعض
تنفرد الذرات أحيانًا بذاتها وتتصل أحيانًا أخرى بذرات أخرى لتشكل مجموعة متصلة من الذرات تسمّى الجزيئات. تظهر هذه على شكل أو نموذج الكرة والعصا.

أنواع مختلفة من الذرات

ليست الذرات متماثلة. إنها تتألف من 112 نوعًا مختلفًا. تُعرف هذه الأنواع المختلفة بالعناصر الكيميائية. وتكون أسماء بعض العناصر الكيميائية مألوفة مثل الألمنيوم والحديد والكالسيوم. في حين أن أسماء بعضها الآخر أقل شهرة مثل الكزينون xenon و-yt trium والزيركوم zirconium. تختلف ذرات مختلف العناصر الكيميائية الواحدة عن الأخرى. وهذا يعني أن ذرات الألمنيوم تختلف عن ذرات الحديد وكلا النوعين مختلفان عن الكالسيوم، وهكذا دواليك. لكن الذرات التي تكوّن عنصرًا كيميائيًا واحدًا تشبه بعضها. فكتلة من الحديد الخالص تحتوي على المليارات من ذرات الحديد. وتماثل جميعها كل ذرة حديد أخرى، أينما تواجدت في الكون.

اكتشاف علمي

منذ القدم، اشتبه بعض المفكرين في العلم في تكوّن كل شيء من جسيمات متناهية الصغر. فالعالم الإغريقي Democritus ديمقراط (ما بين 470 400 ق م.) أشار إلى أن العالم وكل ما فيه يتكون من جسيمات صغيرة جدًّا تعجز أعيننا عن رؤيتها. كان يظنها جزيئات صلبة بشكل إلى أبعد حدّ، تدوم إلى الأبد وفي حركة دائمة. ونظرية الذرات الحديثة تتشابه بجزئها الكبير مع أفكار ديمقراط.

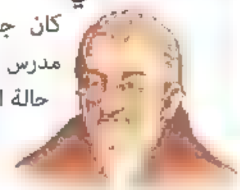




حتى الفيلة مكوّنة من ذرات
تتكون كل مادة من الذرات، ويشمل هذا الأرض تحت أقدامنا والأشجار والسيارات والمنازل وأجهزة الكمبيوتر والهواتف الخلوية والماء والهواء غير المرئي المحيط بنا. تتكوّن الكائنات الحية كلها أيضًا من الذرات، بما في ذلك الطيور والأزهار والجراثيم المجهرية والنمور والفيلة وجسمنا.

انظر أيضًا: الجزيئات ص 14

اكتشاف علمي:



كان جون دالتون John Dalton (1766-1844) مدرس علوم، احتفظ بدوره بسجلات تفصيلية عن حالة الطقس ولقد أشار إلى أن كل عنصر كيميائي يتألف من جزيئات أو ذرات متناهية الصغر متشابهة، لكنها تختلف عن ذرات العناصر الكيميائية الأخرى. كما أعطى هذا العالم أيضًا أسماء ورموزًا لنحو 30 عنصرًا كيميائيًا. لكنه كان يعتقد الذرات أجسامًا كروية صلبة كالكرات المعدنية يستحيل تدميرها وكذلك الأمر، ثمة مواد طبها دالتون عناصر باتت اليوم تُعرف بأنها مزيج من العناصر أو مركبات.



الذرات في أنحاء الكون

كل ما في عالمنا، بما فيه الكرة الأرضية، مكوّن من الذرات. وكل ما يوجد خارج العالم مكوّن من الذرات أيضًا. والفضاء ليس فارغًا تمامًا. ففيه تطوف أجزاء وقطع من الغاز والغبار مكوّنة من الذرات. وكذلك الأجسام الموجودة في الفضاء كالكواكب والنجوم والمذنّبات مكوّنة من الذرات. وكذلك الأمر بالنسبة إلى أقمارنا الاصطناعية وصواريخنا وسفننا الفضائية. إن معظم مواد الكون موجودة داخل النجوم، مثل الشمس. ويسمّى العنصر الكيميائي الأساسي في النجوم هيدروجين. لذا فإن الهيدروجين هو من أكثر المواد انتشارًا في الكون. تتألف كل 100 ذرة من 93 ذرة هيدروجينية والسبع المتبقية تتكون من عناصر أخرى.

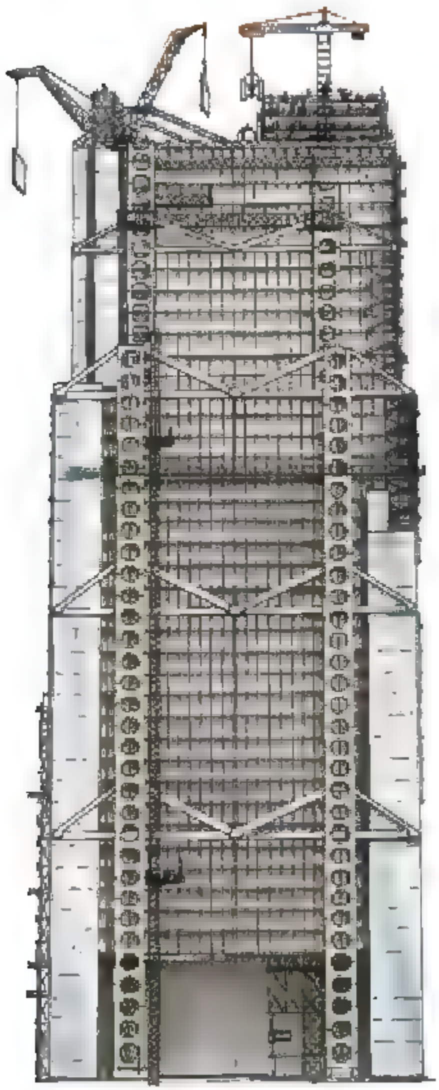


كم يبلغ حجم الذرات؟

- متناهية الصغر! يبلغ حجم الذرة العادية 0.000,000,001 متر (أي واحد على مليون مليمتر).
- إذا نفخت بالونًا فسيبدو خاليًا من أي شيء ولا يزن شيئًا تقريبًا لكنه في الحقيقة يحتوي على مليارات الذرات (100,000,000,000,000,000,000) من الغازات التي تشكل الهواء.
- إن حبة صغيرة من الرمل تحتوي على عدد كبير جدًا من الذرات فإن كان كل ذرة منها بحجم رأس الدبوس فهذا يعني أن حبة الرمل الواحدة قد تصل إلى كيلومترين عرضًا.

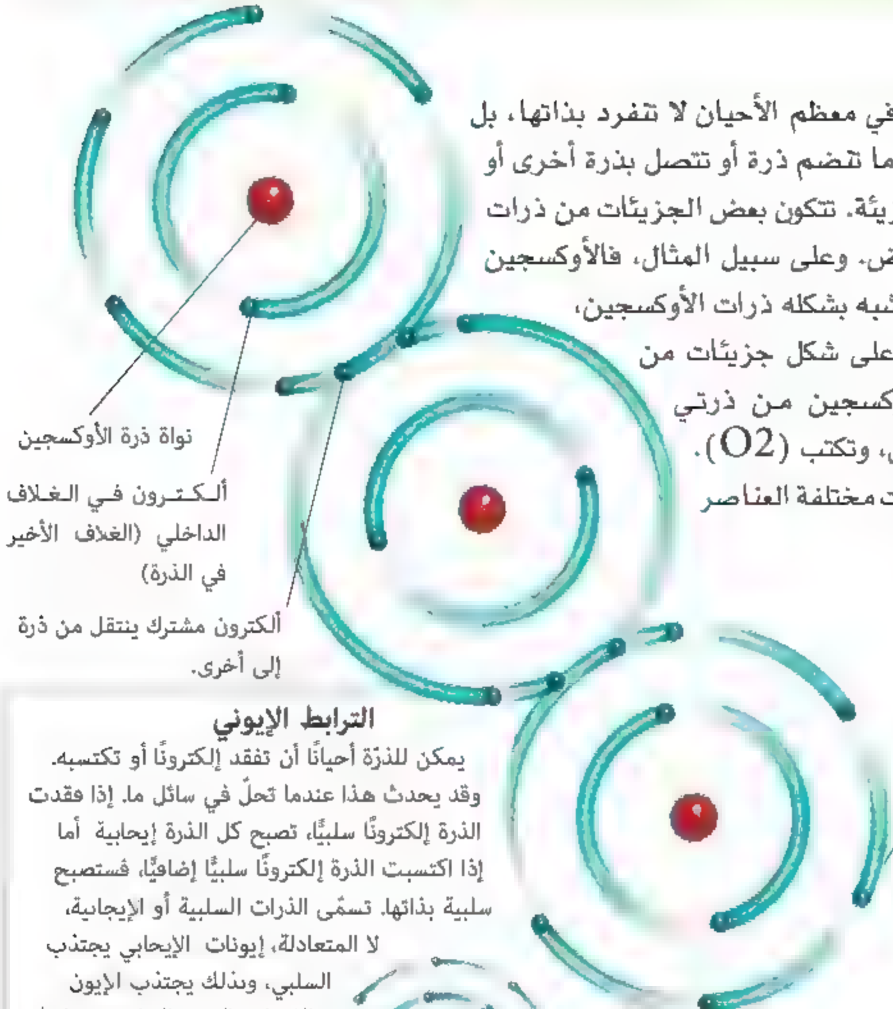
عناصر البناء

تبنى ناطحة السحاب من وحدات بناء صغيرة متراكبة، مثل العارضات الخشبية والدعائم الحديدية والألواح. ويصنع المنزل من حجارة صغيرة كالقرميد. تتشابه الذرات من ناحية التكوين لكنها أصغر حجمًا بكثير إنها «عناصر المادة الأساسية».



الجزيئات

تشكل الذرات أساس المادة لكنها في معظم الأحيان لا تنفرد بذاتها، بل تنضم عادةً إلى ذرات أخرى. وعندما تنضم ذرة أو تتصل بذرة أخرى أو أكثر، ينشأ عن ذلك ما يسمى بالجزيئة. تتكون بعض الجزيئات من ذرات أحادية العنصر يتصل بعضها ببعض. وعلى سبيل المثال، فالأوكسجين الموجود في الهواء المحيط بنا لا يشبه بشكله ذرات الأوكسجين، إذ تتجرف كل ذرة وحدها، بل على شكل جزيئات من الأوكسجين. تتألف كل جزيئة أوكسجين من ذرتي أوكسجين متصلتين بعضهما ببعض، وتكتب (O_2). أما جزيئات الذرات المكونة من ذرات مختلفة العناصر متصلة ببعضها فتعرف بالمركّبات.



الأوزون

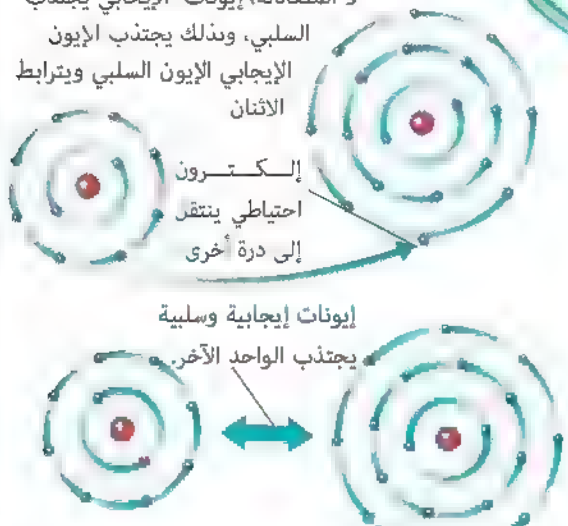
عندما ترتبط ثلاث ذرات من عنصر الأوكسجين بشكل تساهمي بعضها ببعض، تتكوّن عندئذٍ جزيئة أوكسجين ثلاثية الذرات، تكتب O_3، وهذا ما يُعرف بالـ «أوزون».

الترابط ما بين الذرات

يمكن للذرّات أن يتصل بعضها ببعض بطرق متعددة متنوعة. منها الترابط الإيوني إلى الجهة اليمنى، والترابط التساهمي، في الأعلى، عندما تتشارك الذرات في إلكترون واحد أو الكثير من الإلكترونات. وهذا يحدث عندما يمكن لطبقات أو غلافات الإلكترونات المتواجدة في الذرة أن تتسع أو تضم عددًا محددًا من الإلكترونات. يتسع الغلاف الداخلي من الذرة لإلكترونين والغلاف الذي يليه يتسع لثمانية إلكترونات. وإن لم يكن الغلاف الخارجي مليئًا بعدد كافٍ من الإلكترونات فيمكنه أحيانًا أن «يقترض» إلكترونًا من ذرة أخرى ويحتفظ به لبعض الوقت. وإذا كان الغلاف الخارجي يمتلك إلكترونًا واحدًا فحسب، فيمكنه أن يهب هذا الإلكترون الاحتياطي إلى ذرة أخرى لكنه سيظل محتفظًا به لبعض الوقت. تحظى الذرتان اللتان تتشاركان إلكترونًا أو أكثر كهذا، باتصال أو ترابط تساهمي.

الترابط الإيوني

يمكن للذرّة أحيانًا أن تفقد إلكترونًا أو تكتسبه. وقد يحدث هذا عندما تحلّ في سائل ما. إذا فقدت الذرة إلكترونًا سلبيًا، تصبح كل الذرة إيجابية أما إذا اكتسبت الذرة إلكترونًا سلبيًا إضافيًا، فستصبح سلبية بذاتها. تسمّى الذرات السلبية أو الإيجابية، لا المتعادلة، إيونات. الإيجابي يجتذب السلبي، وبذلك يجتذب الإيون الإيجابي الإيون السلبي ويترابط الاثنان



إيون سلبي (ذرة تمتلك إلكترونًا زائدًا أو عدة إلكترونات)

إيون إيجابي (ذرة افتقدت إلكترونًا أو أكثر من إلكتروناتها)

انظر أيضًا: الانحلال ص 22



الجزيئات المتحوّلة

يعدّ الاحتراق عملية تحوّل كيميائي. يحدث عندما تنفصل الجزيئات لتحرر ذرّاتها. وبعد ذلك تتصل الذرّات أو تترابط ضمن تركيبات جديدة. وبالنتيجة، تتحول المواد أو العناصر الكيميائية إلى مواد أو عناصر كيميائية مختلفة. عندما يحترق شيء ما، تمتزج جزيئاته مع جزيئات الأوكسجين لتنتج الضوء والحرارة .

الجزيئات الشائعة

هذه حبيبات متناهية الصغر من الملح العادي نراها عبر الميكروسكوب (الألوان أضيفت بوساطة الكمبيوتر). تحتوي كل حبيبة على ملايين الجزيئات وتتكون كل جزيئة من ذرتين: إحداهما صوديوم Na والأخرى كلورين CL. تجتمع هاتان الذرتان عبر رباط تساهمي لتشكيل الصوديوم كلورايد NaCL. تتراكب ملايين جزيئات الملح العادي لتكون هيكلًا عاديًا وتبني شكلًا معينًا يسمَى البلورة



التزود بالجزيئات

تنتشر جزيئات الأوكسجين والغازات الأخرى في الهواء. إنها صغيرة جدًا ومتباعدة جدًا بحيث لا يمكننا رؤيتها لكننا نعرف بوجودها لأننا نتنفسها في الهواء، لنمدّ جسمنا بالأوكسجين. ويُعدّ الأوكسجين جزءًا أساسيًا من التحوّلات الكيميائية التي تحدث داخل أجسامنا، فهي تفتّت الطعام لاستخراج الطاقة منه بغية تأدية الجسم وظائفه. لكننا لا نستطيع تنفس الأوكسجين في المياه، لذا يتعين على الغطّاسين أخذ مؤونتهم من الأوكسجين في خزانات.





تغيير الأماكن

في المناسبات الكبيرة، قد يتجوّل الناس ليروا من هناك وماذا يحدث. فإن التقوا بمجموعة ممن يستحسنون من الأشخاص، فقد يجالسونهم ويبقون لبعض الوقت ويتحدثون إليهم، ثم يغادرون من جديد وهذه هي الحال بالنسبة إلى الذرات التي تنتقل أيضًا. إذ تتصل أحيانًا مع الجزيئات من خلال عملية تحول كيميائية، ثم تنفصل مكملة تجوالها. وعاجلًا أم آجلًا، ستجتمع أو ترتبط بذرات أخرى نتيجة عملية تحول كيميائي أخرى، وهكذا دواليك.

السوائل والغازات والمواد الصلبة

المادة هي أي مادة فيزيائية أو جسم يوجد في أبعاد الفضاء الثلاثية. قد يكون كبيرًا بحجم كوكب ضخم أو نجمة، أو صغيرًا بحجم ذرّة واحدة، أو منتهي الصغر كالجسيمات من دون الذرية الموجودة داخل الذرة. ومهما بلغ حجم هذه المادة، فإنها تنشأ أيضًا وفق أحد الأشكال الثلاثة: صلبة وسائلة وغازية. وتعرف باسم «حالات المادة الثلاث». تُعدّ قطعة القرميد أو الخشب أو صفيحة الفولاذ من المواد الصلبة. في حين أن وقود السيارة أو زيت الطهو يندرج ضمن فئة المواد السائلة. أما عبوة الأوكسجين في المستشفى أو الغرفة الفارغة فتحتوي على غازات. وكل شكل من أشكال المادة يتميز بمواصفات وخصائص خاصة به. لكن الذرات والجزيئات المتوافرة في المادة لا تتغير في كل حالة، بل ما يتغيّر هو الطريقة التي تتحرك بها هذه الجزيئات أو الطريقة التي تلزم بها على الثبات.

حالات المادة المتغيّرة

يمكن تغيير حالة كل مادة، من صلبة إلى سائلة أو من سائلة إلى غازية. وتسمى هذه العمليات الانصهار والغليان (سنتحدث عنها في الصفحة التالية). وتتغير حالة المادة أيضًا عندما تحترق المواد أو تشتعل. في محرك السيارات مثلًا، يتوزع الوقود السائل بالإضافة إلى الهواء الذي يحتوي على الأوكسجين على الأسطوانات المتوافرة داخل المحرك. وهناك يشتعل الوقود ويحترق بسرعة، ممتزجًا مع الأوكسجين بحدوث انفجار صغير. ولكن لا ينتج من ذلك سائل آخر، بل أنواع مختلفة من الغازات التي تغادر المحرك على شكل دخان يخرج من عوادم السيارات.



مشكلة الغازات

تتدفق الغازات وتمتد منتشرة في كل مكان لملء خزانها. وهذا يعني أن الدخان المنبثق من عادم السيارة ينتشر بشكل متساوٍ بين الخزان والغلاف الجوي. لهذا السبب يُعدّ التلوث الناجم عن المركبات الآلية مشكلة عالمية.

اكتشاف علمي:



عمل أميديو أفوغادرو Amedio Avogadro (1776 - 1856) في البداية محاميًا قبل أن يبدأ العمل في المجال العلمي ويصبح محاضرًا في الفيزياء. وفي نحو عام 1811، افترض أن صفًا من الحاويات متساوية الحجم، وتحتوي كل منها على نوع مختلف من الغازات، لكن الجزيئات. وهذا ما بات معروفًا اليوم بقانون أفوغادرو وهو: أن جميع أنواع الغازات ذات الأحجام المتساوية، إذا ما وضعت تحت درجة الضغط والحرارة نفسها، تحتوي على العدد نفسه من الذرّات أو الجزيئات.

المواد الصلبة الشفافة



يشكل الطلاء الزجاجي الذي يغطي إناء لمّاعًا مادة صلبة. نعرف أن معظم الأشياء الصلبة تكون معتمة لذا لا يمكننا أن نرى شيئًا من خلالها. لكن الزجاج الصافي والطلاء الزجاجي والبريق مواد شفافة يمكننا أن نرى أيّ شيء من خلالها. وهذا الطلاء الزجاجي يحمي الألوان الجميلة وأشكال الرسوم تحته ويظهرها.

(انظر أيضًا: الذرات ص12، الانصهار والغليان ص18، الماء ص20)

الحالة الرابعة

عُرفت حالات المادة الثلاث (السائلة، الصلبة، الغازية) منذ القدم. وفي عام 1920، تمّ اكتشاف حالة رابعة للمادة، نعرف باسم البلازما. لا يشعّ البلازما إلا في درجات عالية جدًّا من الحرارة أو في تجارب الطاقة النووية أو داخل النجوم. تتكون كميات قليلة من البلازما أيضًا في ومضات الصواعق.

والبلازما شبيه بالغاز، لكن بعض ذراته تفقد إلكترونات منها فتصبح إيجابية، في حين أن الإلكترونات تبتعد بحرّية. تعرف هذه الجزيئات المشحونة بالإيونات. لذا يمكن تشبيه البلازما إذًا بغاز مكوّن من إيونات.



السباحة في الحوض الجاف

يستمتع الأطفال باللعب في حوض مليء بالطابات، حيث يمكنهم الاستلقاء والتدحرج عليها والغوص والخوض والسباحة فيها. هذا شبيه بالتلطح في حوض سباحة حقيقي مليء بالمياه، ولكن من دون التبلل. وتُعدّ هذه الطابات الجوفاء الخفيفة الوزن التي تملأ حوض الطابات كنسخ عملاقة من الذرات أو الجزيئات المتناهية الصغر المتواجدة في المياه الحقيقية. إنها تملك الحرية في التحرك هنا وهناك، ونجدها تتدفق عند دفعها أو سكبها من الدلو. وتمامًا كالمياه الحقيقية أيضًا، لا يمكن حشر بعضها ببعض أو ضغطها



الماء المتجمد

يسمّى الماء المتجمد جليدًا. لا تستطيع جزيئات المادة الصلبة التحرك إلا قليلًا جدًّا، لأنها تنحصر في هيكل أو شكل جامد من خلال روابط بينها. وهكذا تبقى المادة الصلبة بالشكل نفسه إلا إذا تعرضت لقوى هائلة كاللّيّ أو السحق.

الماء السائل

يسمى الماء السائل ماء! وتستطيع الجزيئات في السوائل التحرك بسهولة إلى حدّ ما. لهذا السبب يتدفق الماء ويأخذ شكل الوعاء الذي يحتويه. ولكن لا يمكن حشر جزيئات السائل بعضها ببعض أو تفريقها، وهذا يعني أنه من غير الممكن تقليص حجم السوائل أو تمديده بالقوة.

المياه الغازية

تسمّى المياه الغازية «بخارًا»، وهي تطوف في الهواء. تستطيع جزيئات الغاز التحرك بسهولة كبيرة. ولهذا السبب تتدفق الغازات وتأخذ شكل الخزان الذي يحويها. ولكن يمكن أيضًا حشر جزيئات الغاز بعضها ببعض أو تفريقها. لذا يمكن ضغط الغاز وتقليص حجمه أو تمديده ليملأ الخزان الذي يحتويه.

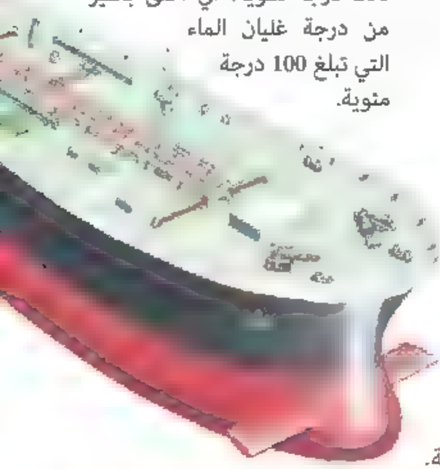
الانصهار والغليان

تتغير حالة المادة من جامدة إلى سائلة ومن سائلة إلى غازية أو العكس. وغالبًا ما يحدث هذا عندما تُضاف إلى المادة طاقة الحرارة. فالحرارة تمنح الذرات والجزيئات طاقة إضافية، وهو ما يزيد في حركتها. وعندما تتعرض المادة الصلبة للحرارة، ستمتلك ذراتها أو جزيئاتها بالطاقة الكافية لتتحرر من إطارها الصلب القاسي فتبدأ بالتحرك بحرّية أكبر وتتحول المادة الصلبة إلى سائل. ويسمى هذا بـ «الانصهار». فلكل مادة درجة حرارة معينة لتتصهر فيها، ويُعرف هذا بـ «نقطة الانصهار». وكذلك الأمر عندما يتعرض السائل للحرارة يتحول إلى غاز عند درجة حرارة معينة. تسمّى هذه الحرارة نقطة الغليان. فنقطة انصهار الماء الصافي ضمن درجة حرارة وضغط عاديين هي 0 درجة مئوية ونقطة غليانه هي 100 درجة مئوية.



الغليان

لكل سائل نقطة غليان خاصة به. فبعض الزيوت المخصصة للطهو تغلي وتبدأ بالاحتراق على حرارة تزيد على 200 درجة مئوية، أي أعلى بكثير من درجة غليان الماء التي تبلغ 100 درجة مئوية.



تحت الضغط

تسمّى عملية تحول الغاز إلى سائل بـ «التكثيف». ويمكن تنفيذ هذه العملية من خلال إبعاد الحرارة عن الغاز، وهو ما يُعرف بالتبريد، أو من خلال ضغط الغاز وحشره لجعله يشغل مساحة أصغر. فذرات الغاز وجزيئاته تنحشر وتتغير حالتها إلى سائلة. كما أنها تتلقى حرارة بحيث تصبح ساخنة. تحمل ناقلات الترول الضخمة الغاز الطبيعي المضغوط على شكل سائل يسمّى غاز نفطي سائل. وهذه العملية توفر مساحات كبيرة.



الصخور المنصهرة

«صلب كالصخر» ليست عبارة وثيقة على الدوام. فحتى الصخور تذوب إذا ما تعرضت لدرجة حرارة عالية. ففي أعماق الأرض، تبلغ الحرارة والضغط درجات عالية جدًا تؤدي إلى إذابة الصخور أو حتى انصهارها. يطلق على هذه الصخور الذائبة اسم «الصهارة». وعندما تتسرب أو تنبثق من بركان بشكل متوهج ومتدفق، تسمى «حممًا بركانية».

اكتشاف علمي:

روبرت بويل Robert Boyle (1627-1691) كيميائي اشتهر بتجاربه العملية. لقد بين هذا العالم أنه عندما يحفظ الغاز في درجة حرارة ثابتة، يصبح الضغط الذي يخضع له هذا الغاز متناسبًا مع حجمه. لذا عندما نحصر الغاز في نصف حجمه، سيتضاعف ضغطه ويزداد، وهذا ما يعرف بقانون بويل

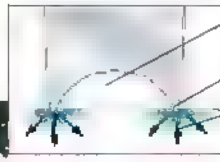


انظر أيضًا : الجزيئات ص14، الماء ص20، الحرارة والبرودة ص38.

التزلج على الماء

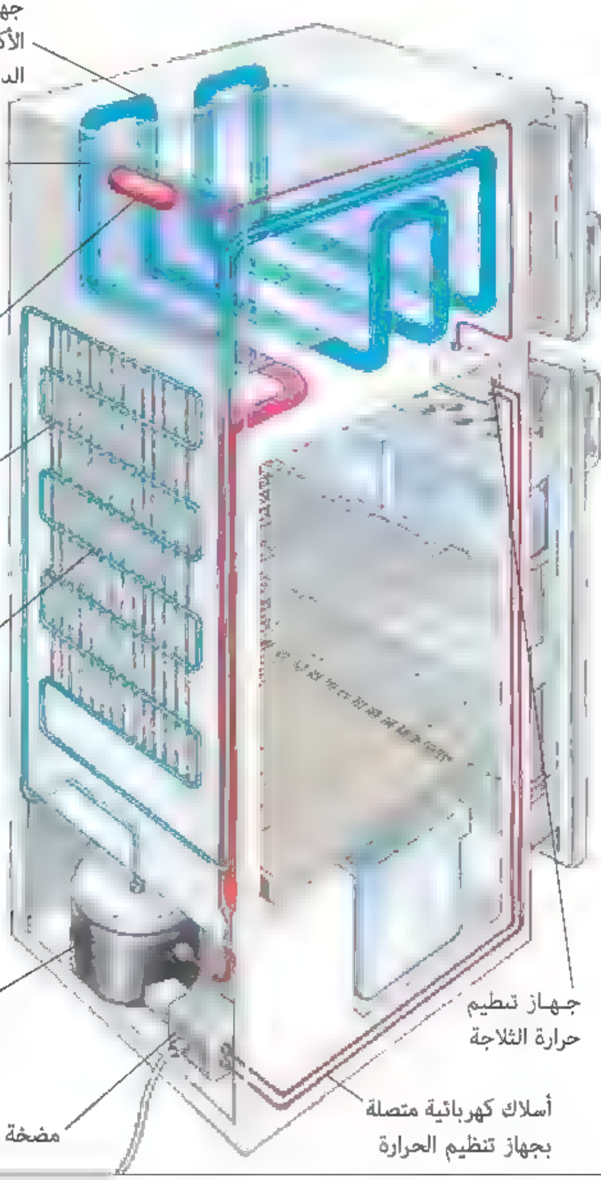
التزلج على الجليد هو في الواقع تزلج على طبقة رقيقة جدًا من الماء. تأتي شفرة حذاء التزلج على شكل قنطرة صغيرة. يحط طرفا الشفرة الرفيعان على الجليد بقوة كبيرة. وبالتالي فإن رفع درجة ضغط مادة ما يؤدي إلى زيادة درجة حرارتها. لذا يذوب الجليد في الماء لبرهة بمرور حذاء التزلج فوقه، لكنه لا يلبث أن يتجمّد من جديد عندما يبتعد.

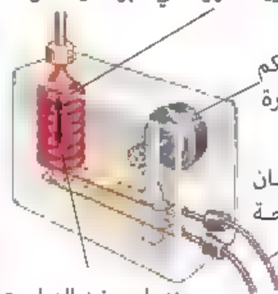




شفرة حذاء التزلج من الجهة الأمامية







جهاز تنظيم الحرارة في الثلاجة

المحافظة على البرودة

يعمل البراد على مبادئ التكثيف والغليان العلمية تحت درجات مختلفة من الضغط. تورع مصحة التبريد في الأنابيب مادة تسمّى «سائل التبريد» ويسحق جهار الضغط الموجود خارج الثلاجة سائل التبريد وهذا ما يجعله يتكثف متحولًا من غار إلى سائل ويرفع من حرارته، وبالتالي يخف الضغط عن السائل في أثناء تدفقه في أنابيب جهاز التبخير داخل الثلاجة. وعندئذٍ يغلي السائل أو يتحوّل إلى غاز ساحبًا الحرارة من داخل الثلاجة. وهو ما يؤدي إلى تبريد الحزء الداخلي من البراد يحمل الغار هذه الحرارة من الثلاجة إلى أنابيب جهار التكثيف، ويزوّد الهواء المحيط بالحرارة، وينضغط متحولًا إلى سائل مجددًا وهكذا دواليك.

الماء



الماء عنصر أساسي للحياة على الأرض. فجميع الحيوانات والنباتات تحتاج إلى الماء حتى تبقى على قيد الحياة. وتلك التي تعيش على اليابسة تحصل على الماء من التربة أو من الجداول أو الأنهار أو البحيرات أو البرك أو الندى أو قطرات الماء. كما أن الماء يشكّل عنصرًا أساسيًّا أيضًا لحياتنا. فنحن نجمع الماء ونخزنه للشراب والغسيل، ولسقي حيواناتنا الأليفة وحيوانات مزارعنا وريّ مزروعاتنا. ويحتاج كل شخص إلى ليترين من الماء على الأقل في اليوم للبقاء على قيد الحياة وللتنعم بالصحة. والماء كسائر المواد الأخرى، يمكن أن يوجد بثلاث حالات مختلفة. والماء هو الشكل السائل، والجليد هو الشكل الجامد وبخار الماء هو الشكل الغازي. تتشكل هذه الحالات كافة طبيعيًّا، إذ نجد الجليد في الأماكن الباردة وبخار المياه غير المرئي في الهواء المحيط بنا. أما البخار الطبيعي الذي يتدفق من الينابيع الحارة فهو عبارة عن بخار ماء ممزوج بقطيرات عائمة متناهية الصغر من المياه الحارة.

الجليد العائم

تتمدد معظم المواد أو يزداد حجمها عندما تتعرض للحرارة، وتتقلص أو يصغر حجمها عندما تتعرض للبرودة. لكن الماء يشكل حالة استثنائية، فحجمه يتقلص عندما تنخفض حرارته إلى 4 درجات مئوية، وعندما تزداد برودته ويتجمّد يعود ويتمدد ثانية. وهذا يعني أن وزن كتلة من الجليد بدرجة حرارة صفر ينخفض عن وزن كتلة من الماء بالحجم نفسه بحرارة 10 درجات مئوية مثلًا. إذًا يطفو الجليد على الماء، سواء كان مكعب ثلج نضيفه إلى شراب أم جبلاً جليديًا صخمًا

التدفق في أنبوب

السوائل، مثل الماء، تتدفق في الأقنية والأنابيب والمواسير، لكن تدفقها لا يكون دائمًا سويًّا. فالمياه القريبة من سطح الأقنية أو الأنابيب الداخلية. تتحرك ببطء شديد لأنها تحتك بسطح هذه الأنابيب والأقنية. أما المياه الموجودة في وسط الأقنية أو الأنابيب فتتدفق بشكل أسرع. ويسمّى هذا التغير في سرعة الحركة «السريان الطبقي». والأمر سيّان بالنسبة إلى الأنهار. فالمياه المجاورة لضفة النهر تتدفق ببطء أكثر من المياه في وسطه. وتُعدّ دراسة تدفق السوائل ذات أهمية في قسم العلوم والهندسة المسمّى علم الهيدروليات (علم السوائل المتحركة). وهو يتناول طريقة تدفق السوائل وانتقال الضغط على امتداد الأنابيب.



اكتشاف علمي

دانيال برنولي (1700 - 1782) خبير في الطب والرياضيات والفيزياء والنباتات والحيوانات بيّن أن عند تدفق الماء أو أي سائل آخر من أنبوب واسع الحجم إلى أنبوب أصغر حجمًا، وتزداد سرعة تدفق السائل وبالتالي ينخفض ضغطه. وينطبق هذا أيضًا على الغازات المتدفقة كالهواء. ويعُرف هذا الإنجاز العلمي بمبدأ «برنولي» ويُستخدم في عدة أنواع من التكنولوجيا والهندسة، كتصميم أجنحة الطائرات التي تزوّد الطائرة بقوة دفع عندما تصعد إلى السماء.



انظر أيضًا: الجماد والسوائل والغازات ص16، الانصهار والغليان ص18

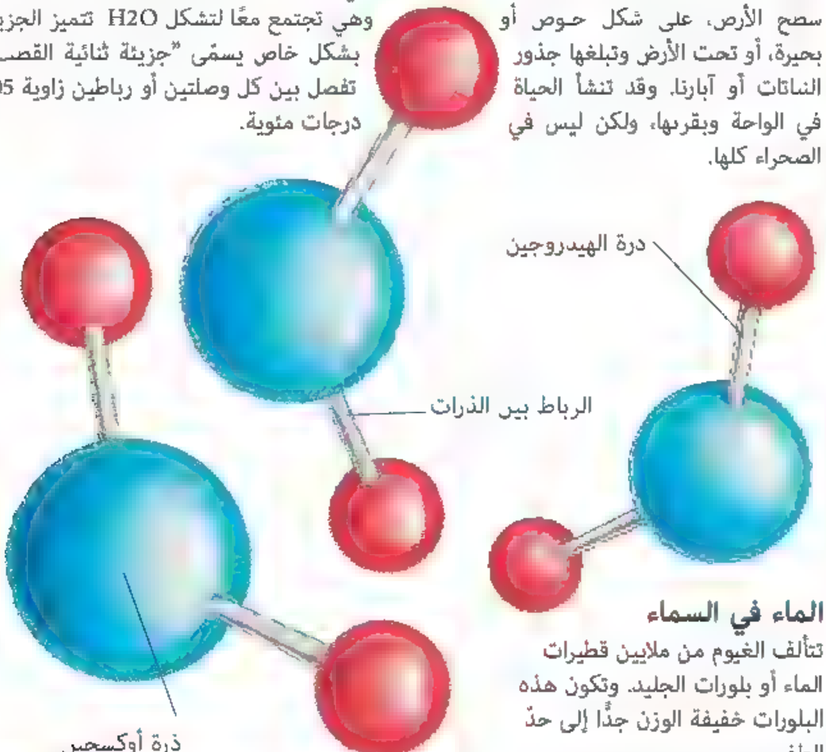


الماء للحياة

الواحة هي منطقة مائية صغيرة في أرض جرداء كالصحراء. وقد تظهر المياه على سطح الأرض، على شكل حوض أو بحيرة، أو تحت الأرض وتبلغها جذور النباتات أو آبارنا. وقد تنشأ الحياة في الواحة وبقربها، ولكن ليس في الصحراء كلها.

جزيئات الماء

يتكوّن أصغر جسيم أو جزيئة من الماء من ذرتي هيدروجين (H) ومن ذرة أوكسجين (O)، وهي تجتمع معًا لتشكل H_2O تتميز الجزيئة بشكل خاص يسمّى "جزيئة ثنائية القصب" تفصل بين كل وصلتين أو رباطين زاوية 105 درجات مئوية.





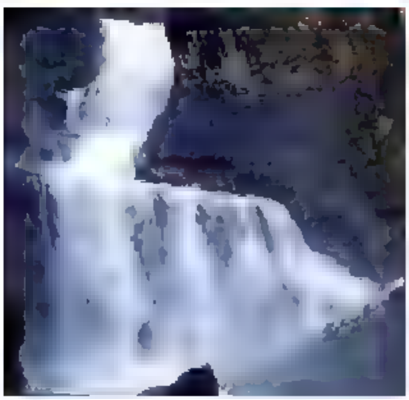
سحاب سمحاقي (بلورات الجليد)



سحاب ركامي (عاصفة رعدية)

الماء في السماء

تتألف الغيوم من ملايين قطيرات الماء أو بلورات الجليد. وتكون هذه البلورات خفيفة الوزن جدًا إلى حدّ الطفو



العوم والغرق

يعوم جسم ما أو يغير مكانه لأن وزنه يكون أكثر خفةً من المياه التي يدفعها جانبًا. صحيح أن السفينة الضخمة مصنوعة من معدن ثقيل، لكنها تحتوي أيضًا على الهواء. وهذا يعني أن السفينة بشكل إجمالي أقل وزنًا من كتلة من المياه ذات الحجم نفسه، لذلك تطفو. أما الغواصة فتغير وزنها من خلال استيعاب الماء لتصبح أثقل وزنًا من الماء، فتغوص إلى الأعماق. وحتى ترتفع مجددًا إلى سطح الماء، تنفث الماء مع الهواء من أحواض مضغوطة بالهواء. وهذا ما يجعلها أخف وزنًا لتطفو من جديد.



هـواء يتدفق فـي خـزان الـصابـورة ويـدفـع الهواء خارجًا

خزانات الصابورة المليئة بالهواء تخفف من وزن الغواصة لتطفو

خـزانـات الـصـابـورة تتيح إدخال المياه، وهو ما يجعل الغواصة أثقل وزنًا فتغرق

طاقة الماء

تمتلك الأجسام والمواد المتحركة طاقة الحركة، أي الطاقة الحركية وتمتلك المياه المتدفقة نحو الأسفل بفعل الجاذبية طاقة حركية. وتتحوّل هذه الطاقة إلى طاقة كهربائية في محطة لتوليد الطاقة الكهرومائية. وطاقة المياه المتدفقة هذه بانحدار شديد تبري الصخور الصلبة الواقعة في الأسفل

الانحلال

حرّك حبيبات السكر في كأس من الماء الصافي، وستراها تدور في دوامات لبعض الوقت ثم تخبو شيئًا فشيئًا وتختفي في النهاية. ولكن عندما ترتشف هذه المياه ستجدها حلوة المذاق. فالسكر لم يختف بل تحلل. لقد تقلص حجم حبيباته البلورية التي تحللت شيئًا فشيئًا وتحولت إلى جزيئات أو ذرات. وهذه الجزيئات أو الذرات صغيرة جدًّا بحيث لا يمكن رؤيتها. لكنها حاضرة تطوف بين جزيئات الماء. وتسمّى المادة المتحللة – السكر هنا – «العنصر المنحلّ». وتسمّى المادة التي تحلل فيها السكر – الماء هنا – «العنصر الحالّ». ويشكلان معًا، أي المنحل والحالّ «المحلول». وفي الحياة اليومية، الماء هو العنصر الحالّ الأكثر شيوعًا.



أكثر حرارة يعني أكثر قدرة..
كلما كان السائل حارًا أكثر، أصبح أكثر قدرة على التذويب. يمكن إذًا إذابة كمية أكبر من السكر في سائل ساخن. أما في السائل البارد فتبقى حبيبات السكر غير ذائبة في قعر الكوب.

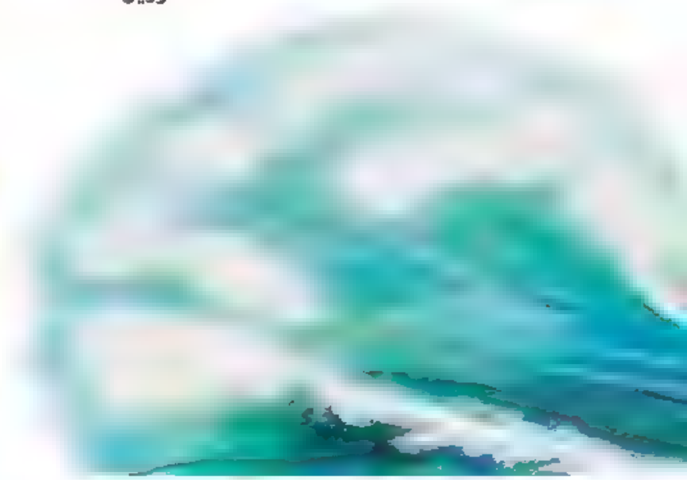


من الذرات إلى الإيونات

عندما تذوب بعض المواد، يطرأ عليها تغيير طفيف إذ إن ذراتها لم تعد متعادلة، أي لا سلبية ولا إيجابية. تفقد مجموعة من الذرات إلكتروناتها السلبية، فتصبح هذه الذرات إيجابية. وتكتسب مجموعة أخرى من الذرات إلكترونات إضافية فتصبح سلبية. لكن هذه الذرات لم تعد تسمّى ذرات بل إيونات. الإيون الإيجابي يسمّى الكاتيون أو الإيون المُوجب في حين أن الإيون السلبي يسمّى «الأنيون» أو الإيون السالب. والواقع أن تكوّن الإيونات يشكّل أهمية كبيرة لأنواع التغيّرات والتفاعلات الكيميائية كافة، وأيضًا لإنتاج الطاقة الكهربائية أو استخدامها، كما سترى لاحقًا في الكتاب.



التحلل الخطر
هناك مئات الأنواع من المذيبات، لكن بعضها غير مؤذٍ كالماء. إلا أن المذيبات الكيميائية القوية المستخدمة في الصناعة ليست كذلك، فهي تحلّل عددًا كبيرًا من المواد بما فيها بشرتنا ولحمنا.



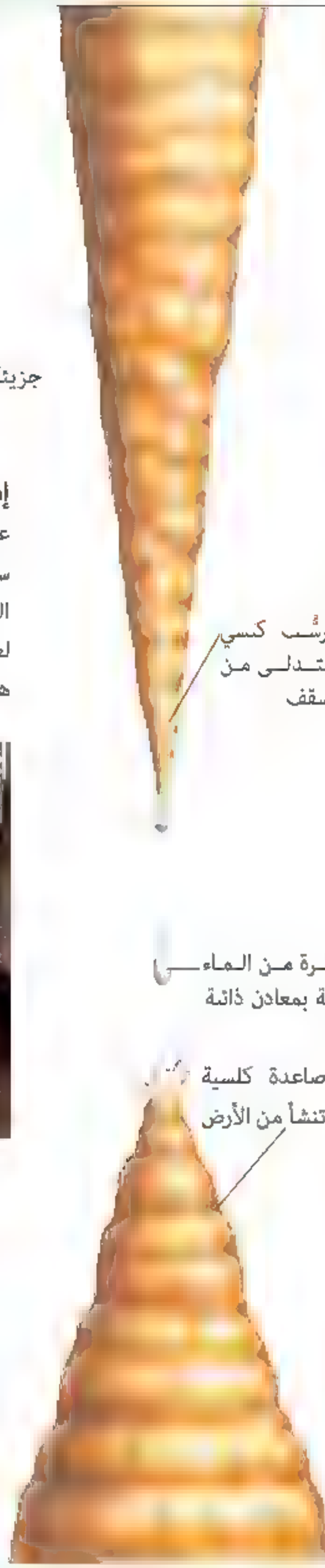
المواد المتحللة في البحر
يحتوي الماء النقي الصافي الذي نأخذه من الحنفية على كمية قليلة جدًّا من المواد المتحللة، عدا عن تلك المواد التي تضاف إلى قتل الجراثيم وجعله آمنًا. لكن رشفة واحدة من ماء البحر تظهر لك أنه يحتوي على الملح المتحلل. إنه ملح المائدة العادي (الصوديوم كلورايد) نفسه. ويحتوي ماء البحر أيضًا على الكثير من المواد المتحللة الأخرى مثل الكالسيوم والكبريت والكربونات.

انظر أيضًا: الجزيئات ص14، الماء ص20، الكهرباء من المواد الكيميائية ص54.



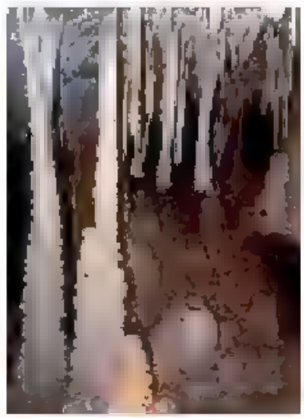
إذابة الزيت

عادةً لا يذوب الزيت في الماء أو يمتزج معه إذ إن جزيئات الزيت تتكتل وتتحول إلى قطرات وتطفو على سطح الماء. لكن المنظف يغيّر من خصائص الماء ويجعله مادة مذيبة أكثر فاعلية. كما أنه يجعل قطرات الزيت تتجزأ إلى تكتلات أصغر فأصغر، ما يعرف بتبديد الزيت. وهناك أنواع مختلفة من المنظفات نستخدمها لغسل ثيابنا أو أواني وأوعية الطهو أو أدوات وأواني الصعام، وأيضًا أجسامنا (على شكل صابون ورغاوة وهلام) هذه المنظفات القوية تبدّد بقع الزيت الملوّثة.



الحدّ الأقصى للإذابة

لا يمكن إلاّ تحليل عدد معين من الذوائب في مذيب. يسمّى المحلول المليء بالذوائب «المحلول المشبع». وهذا التشبّع يختلف بحسب درجة الحرارة. في إمكان سائل ساخن حفظ مواد ذائبة أكثر من الماء البارد. وعندما يبرد المحلول المشبع الساخن، يخرج بعض من الذائب من المحلول ويعود ليظهر على شكل مادة صلبة مجددًا.



من المحلول

عندما يخترق المطر التربة ويتغلغل في شقوق صغيرة من الصخور، يذيب بعض معادن التربة والصخور، فيصبح محلولاً معدنيًا يسيل هذا المحلول أحيانًا شيئًا فشيئًا من سقف الكهف إلى أرضيته وتخلف كل قطرة تسقط معادنها وعلى مرّ آلاف السنوات، تتراكم هذه المعادن وتتحول إلى أشكال صخرية شبيهة بكتل جليدية متدلية، ما يعرف بالهوابط والصواعد الكلسية.

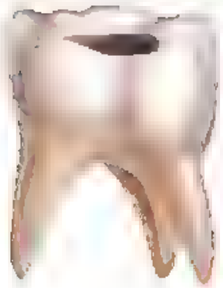


المادة الذائبة الملونة

تتألف بعض الدهانات من محاليل. المادة الذائبة هي المادة الملونة. فعندما يجف الدهان، تتحول المادة المذيبة إلى غاز أو بخار وتتطاير. أما الجسيمات الملونة فتبقى كطبقة من الطلاء.

التحولات الكيميائية

لا تبقى الذرات ثابتة في جزيئاتها إلى الأبد. ففي إمكان الجزيئات الانفصال، لتتحد ذراتها من جديد وتشكل تركيبات مختلفة. وتسمّى هذه العملية «التحول الكيميائي». تحلّ ذرات جزيئات مادة واحدة أو أكثر وصلاتها أو روابطها، ومن ثم «تبدّل شركاءها» وتشكّل وصلات أو روابط مع أخرى. ينتج من ذلك مادة أو مواد جديدة ذات صفات وخصائص كيميائية تختلف عن المواد الأولى. تحتاج هذه التحولات الكيميائية إلى الطاقة لكي تتحقق، مثل الحرارة أو الضوء أو الكهرباء.

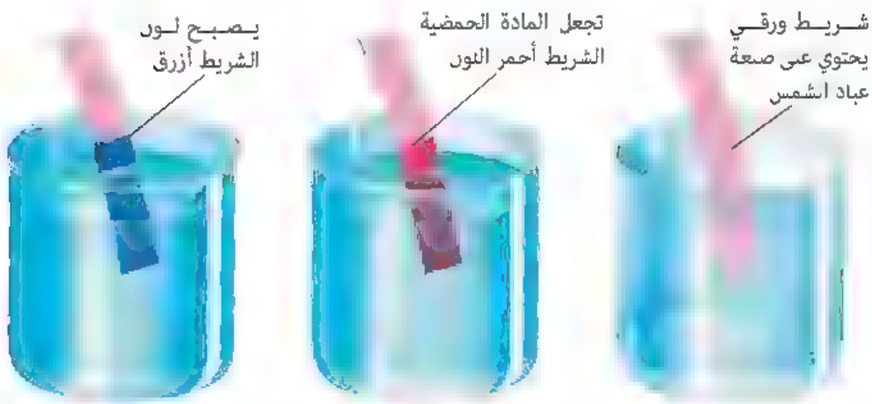


حشوات الأسنان

معدن الزئبق الفضي هو سائل بطبيعته، ولكن عندما يمتزج الزئبق بأشكال أخرى من المعادن يتشكل خليط قاسٍ جدًّا يُستخدم لحشو الأسنان.

تغير اللون

المؤشر، في الكيمياء، هو مادة متغيرة الألوان بحسب الظروف الكيميائية. ومن الأمثلة الشائعة صبغة عبّاد الشمس التي تستخدم لمعرفة درجة الحموضة أو القلوية. تخضع جزيئات صبغة عباد الشمس للتحول الكيميائي عندما تتعرض لمادة حمضية أو قلوية. تحظى الجزيئات الجديدة بلون مختلف، وبالتالي يظهر التحول بوضوح.



محايد: صبغة عباد الشمس لم تتأثر ولم يتغير لون الشريط الورقي

حمضي: تصبح صبغة عباد الشمس حمراء اللون

قلوي تصبح صبغة دوار الشمس زرقاء اللون



التغير الناري

يشكل الاشتعال أو الاحتراق تحولًا كيميائيًا مألوفًا. عندما تحترق مادة ما، تنفصل ذرات جزيئاتها بعضها عن بعض يتصل بعضها أو يرتبط بالأوكسجين المتواجد في الهواء. وعلى سبيل المثال، عندما يحترق الخشب أو الفحم، تنفصل ذرات الكاربون في الخشب أو الفحم عن جزيئاتها وتنضم إلى الأوكسجين، مكوّنة مادة جديدة ألا وهي ثاني أوكسيد الكربون (CO_2). ومن الطرق التي تساعد على إيقاف الاشتعال هو منع الأوكسجين، المنبعث من الهواء عادةً، من الوصول إلى النار. يمكن تحقيق ذلك عبر بطانية الحرائق أو رغاوة إخماد النار. عندئذٍ يتوقف التحول الكيميائي الذي يحدث من خلال الانضمام إلى الأوكسجين وتخمد النيران.

انظر أيضًا: الجزيئات ص14، الضوء ص74

أحجار البناء الكيميائية

في لعبة من ألعاب التراكيب، يشكل كل حجر أو أي شكل آخر وحدة مفردة والأمر سيّان بالنسبة إلى الذرات التي تشكل أيضًا وحدات مفردة تتداخل قطع التركيب أو يتصل بعضها ببعض وبالطريقة نفسها، تتصل الذرات أو يرتبط بعضها ببعض ويتداخل الكثير من قطع التركيب بعضها ببعض لصنع شيء معين، كالطائرة مثلًا والأمر عينه يحدث مع الذرات، إذ تتداخل لتشكيل جزيئات مادة معينة أما فيما يتعلق بحجارة التركيب، فيمكن فصلها وجمعها من جديد في تركيبة أو شكل مختلف لصناعة شيء آخر، كمنزل مثلًا وفيما يتعلق بالذرات، تنفصل ذرات جزيئات مادة ما ومن ثم تتجمع من جديد لتشكيل جزيئات مادة جديدة مختلفة ذات صفات وخصائص كيميائية مختلفة تسمّى هذه العملية تحولًا كيميائيًا.



قطع التركيب نفسها يصنع منها بيت



قطع تركيب تصنع منها طائرة

التغير الغروي

يستخدم الغراء أو الصمغ للصق بعض الأشياء ببعضها. عادةً، يخرج الغراء من الأنبوب على شكل سائل. أما في أحد أنواع الغراء، عندما يجف السائل، فلا يتحوّل ببساطة من مادة سائلة إلى مادة صلبة، بل تخضع جزيئاته لتحولات كيميائية. تنفصل ذراته بعضها عن بعض وتعلق في ذرات وجزيئات المادة التي تمّ لصقها، ومن ثم تجمد. وأما في نوع آخر من الغراء، فيمزج صمغ من أنبوب مع مصلّد من أنبوب آخر. يرشح العنصران اللذان يجب لصقهما إلى داخل السطح، فيمتزجان أو يتفاعلان كيميائيًا لتثبيت الأسطح معًا.



لصاق سائل يصبح صلبًا

تحوّل كلّي

إن صناعة شيء عالي التكنولوجيا مثل سيارة سباق رياضية هو نتاج آلاف التحولات الكيميائية. فالمعادن التي تشكل أجزاء المحرك تكون قد امتزجت سابقًا بمعادن أخرى في الصخور؛ جرى استخراجها وتنقيتها وجمعها مع معادن أخرى لتشكيل سائك معدنية ذات خصائص مميزة، كالوزن الخفيف والقوة الهائلة.



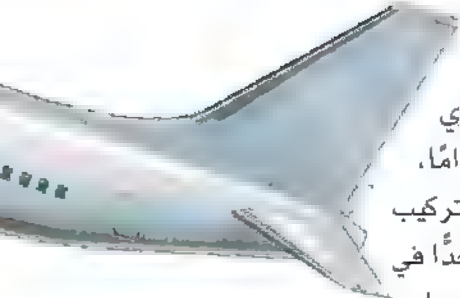
أما مطاط الإطارات فقد استخرج من أشجار المطاط، ثم عُرّض للحرارة وجمع كيميائيًا مع مواد أخرى، في العملية التي تسمّى «الكبرتة». هذه العملية تجعل المطاط أكثر قساوة ومرونة وثباتًا. أما الأجزاء البلاستيكية منه فصنعت من خلال تحويل كيميائي غيّر المكونات الخام في البترول الطبيعي أو النفط الخام.

اكتشاف علمي:



كان هنري كافنديش Henry Cavendish (1731-1810) شخصًا خجولًا جدًا عمل وحده، وحقق ثروة طائلة قلما أنفق منها شيئًا. لكنه قام باكتشافات علمية مهمة. فلقد أنتج الماء عبر تفجير غاز الهيدروجين والأوكسجين معًا، وقد أحدثت هذه العملية تحولًا كيميائيًا، بالجمع بين ذرة أوكسجين وذرتي هيدروجين. وبهذا أظهر هذا العالم أن الماء مركب كيميائي (H_2O) وليس عنصرًا منفردًا كما اعتقد آخرون.

المعادن



يُعرف من العناصر الكيميائية نحو 112 عنصرًا. ويندرج معظم هذه العناصر بما يتجاوز ثلاثة أرباع منها تحت فئة المعادن. يكون المعدن النموذجي صلبًا ولامعًا وقاسيًا وقويًّا وهو ناقل جيد للكهرباء والحرارة. وللمعادن آلاف الاستخدامات في الحياة اليومية. وغالبًا ما تُخلط وتُجمع مع معادن أو مواد أخرى لتشكيل السبائك. وتحتوي الآلات كافة تقريبًا على معدن واحد على الأقل. ويُعدّ الحديد أكثر المعادن استخدامًا، ولكن ليس بشكله الخام. إذ إنه يمزج مع كميات قليلة من الكربون غير المعدني لتركيب أو تشكيل خليط من المعادن يُعرف بالفولاذ. والحقيقة أن صناعة السبائك مهمة جدًّا في الصناعة وغالبًا ما تكون السبيكة أقسى وأقوى من المعدن الصافي نفسه. يُطلق على علم المعادن اسم الميتالورجيا.

قوي كالفولاذ

تستخدم الصناعات في العالم ملايين الأطنان من الفولاذ سنويًّا. إذ تشكل صفائح الفولاذ الألواح المعدنية الكبيرة في الغسالات الكهربائية والسيارات و القطارات والبواخر. أما الفولاذ المقاوم للصدأ الذي يستخدم لصناعة أدوات الطهو والمائدة فهو مزيج مركب مع معدن الكروم القاسي جدًّا واللماع بنسبة واحد على عشرة. أما الفولاذ الذي يحتوي على التيتانيوم فيشكل الصفائح الخفيفة والقاسية في الوقت نفسه في الطائرات الفائقة السرعة، في حين أن العارضات الفولاذية تشكّل الهياكل المتينة التي تقوم عليها ناطحات السحاب والجسور ومنشآت أخرى كبيرة مماثلة. كما أن هناك عناصر أخرى تمتزج مع الحديد لتشكل الفولاذ من بينها المنغنيز والفوسفور والسيليكون والكبريت.





صناعة الفولاذ

يستخرج الحديد من صخور غنية بالحديد أو خامات الحديد في فرن مخصص لصهر المعادن. ينجم عن ذلك الحديد الخام الذي تتخلله شوائب متنوعة، تتم إزالتها عبر نفخ الأوكسجين فيه، وهو ما يعرف بعملية الأوكسجين القاعدية. وتكون حرارة الفولاذ عالية جدًّا عندما يكون ذائبًا أو منصهرًا، أي على شكل سائل.



ما المعدن الأعلى قيمة؟

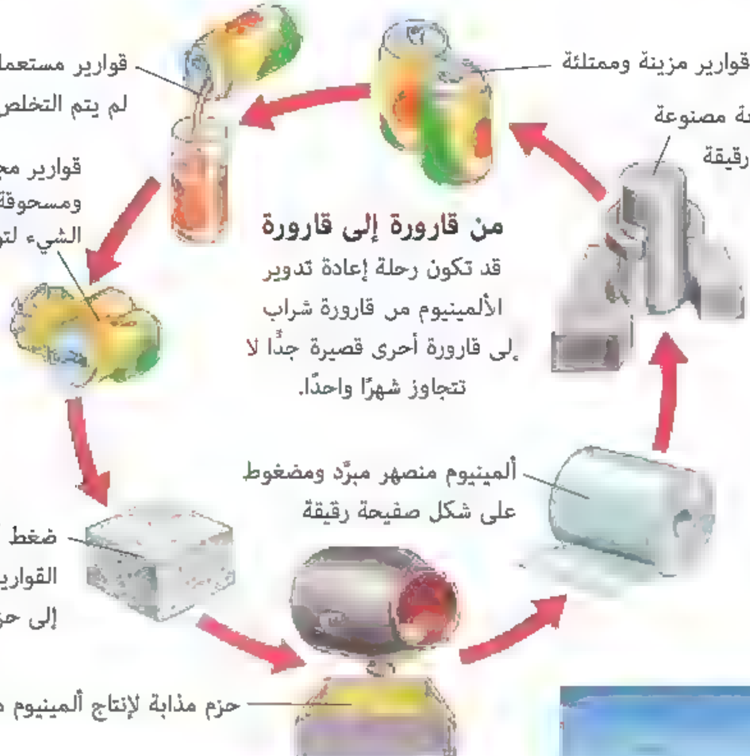
يعرف الذهب برمزيته إلى الثراء، لكن المعادن النادرة مثل البلاتينوم والبلاديوم المستخدمة في الصاعات الإلكترونية والهندسة المتخصصة هي أعلى كلفة.

انظر أيضًا : المواد الصلبة والسائلة والغازية ص 16

الألمنيوم

الألمنيوم من أكثر المعادن وفرة في الكرة الأرضية (وثالث أكثر العناصر الكيميائية وفرةً في العالم). يشكل هذا المعدن 1 على 12 من طبقة الأرض الخارجية، أي القشرة. والألمنيوم الخام خفيف جدًا، لكنه ليس قويًا بشكل كبير ولكن عندما يُخلط مع معادن أخرى مثل النحاس أو الماغنيزيوم أو السيلكون يشكل سبائك فائقة الصلابة. كما أنه لا يصدأ كالفولاذ. يستخدم الألمنيوم في صناعة الطائرات والسفن والبواخر وأدوات الطهو كالمقالي وقوارير المشروبات وورق الألمنيوم والعلب التي توضب فيها الأطعمة الجاهزة.





من قارورة إلى قارورة

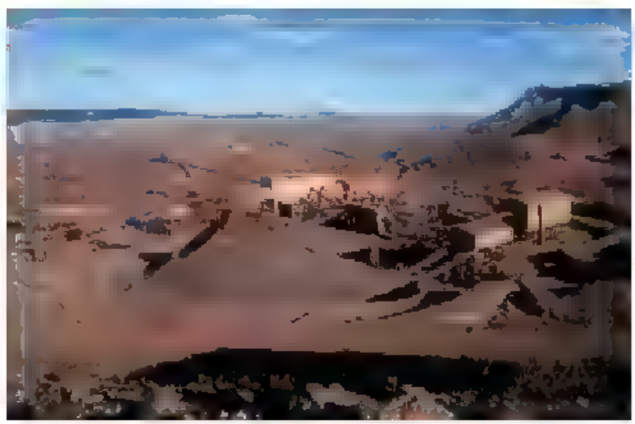
قد تكون رحلة إعادة تدوير الألمينيوم من قارورة شراب إلى قارورة أخرى قصيرة جدًا لا تتجاوز شهرًا واحدًا.

إعادة تدوير المعادن

تنشأ معظم المعادن ممزوجة بمواد معدنية ومواد أخرى، تنتشر في الصخور وتُعرف بالخامات. يستغرق استخراج الخامات أو التنقيب عنها وقتًا طويلاً، ليجري بعد ذلك استخراج المعادن وتصفيتها منها. تساعد إعادة التدوير على الحد من هذه المشاكل. فالألمينيوم المُعاد تدويره مثلًا لا يستخدم الطاقة اللازمة لإنتاج الألمينيوم من خاماته إلا بنسبة 1 على 12. يمكن أيضًا إعادة تدوير الكثير من المعادن الأخرى مثل الحديد والفولاذ وحتى الفضة والذهب المستخدمان في الدارات الكهربائية والأسنان الاصطناعية!

المعادن عبر التاريخ

- يشكل البرونز إحدى أولى السبائك التي عرفها التاريخ، وهو مزيج من النحاس والقصدير. عرف البرونز منذ آلاف السنين وكانت المادة الأولى التي استعملت بكثرة من أجل صناعة الأدوات بعد الصخور والحجارة
- يشكل النحاس الأصفر نوعًا آخر من السبائك، وهو مؤلف من النحاس والزنك
- لعل أشهر المعادن هو الذهب. لقد لقي كل التقدير والاهتمام منذ القدم لأنه يبقى لماعًا وبراقًا، ويسهل أيضًا العمل به
- تشكل الفضة معدنًا آخر قيّمًا منذ القدم إنه أفضل المعادن في نقل الكهرباء. تستخدم الفضة أيضًا في المجوهرات والأفلام الفوتوغرافية والنقود المعدنية



المناجم الشنيعة المظهر

قد يكون التنقيب عن المعادن من الصخور السطحية المعروف بالتنقيب في المناجم المفتوحة مظهرًا شنيعًا جدًا ويشوه المنظر الطبيعي لمئات السنين

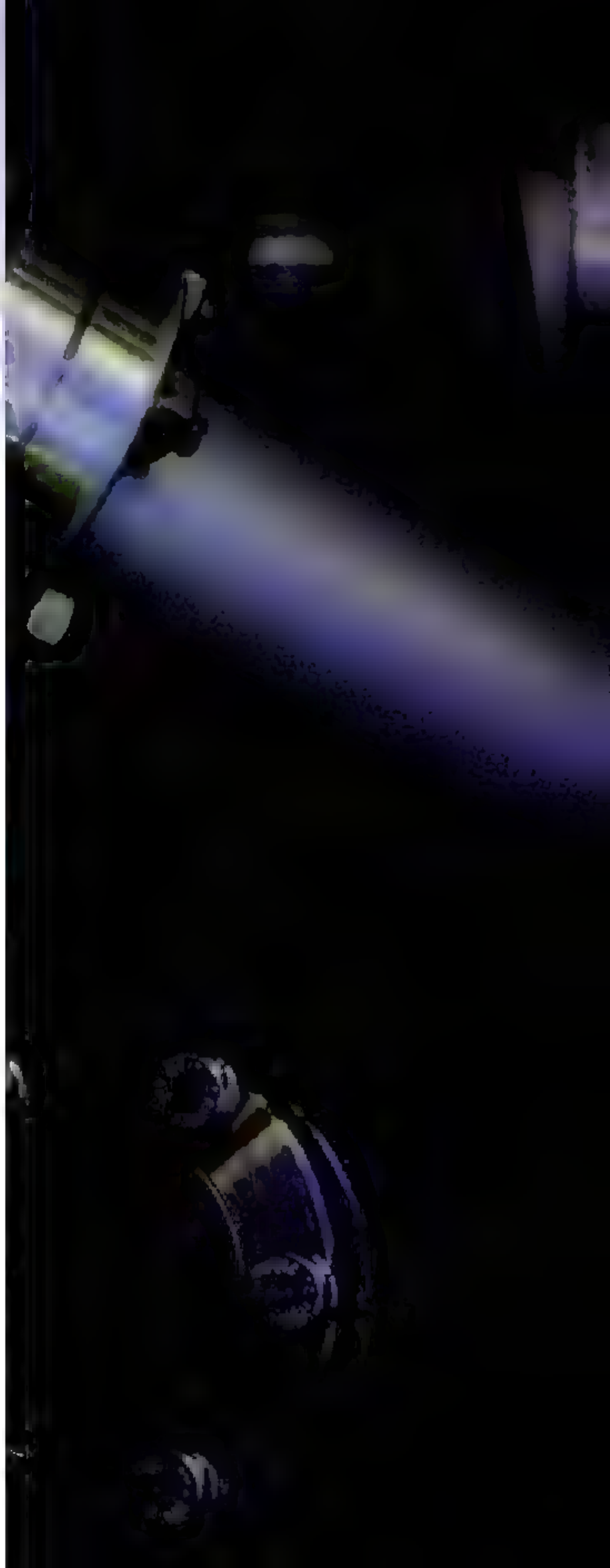
القسم

2



الطاقة والحركة والآلات

الطاقة هي القدرة على تحقيق الأشياء وإحداث التغيرات. تنشأ الطاقة بأشكال متعددة، مثل الصوت والضوء والكهرباء والمواد الكيميائية. تمتلك الأجسام المتحركة أيضًا نوعًا من الطاقة تسمّى الطاقة الحركية. وباستخدام الطاقة ومبادئ الميكانيكا والحركة، يمكننا مزج آلات بسيطة مثل الرافعات والدواليب وتحويلها إلى آلات معقدة جدًا.

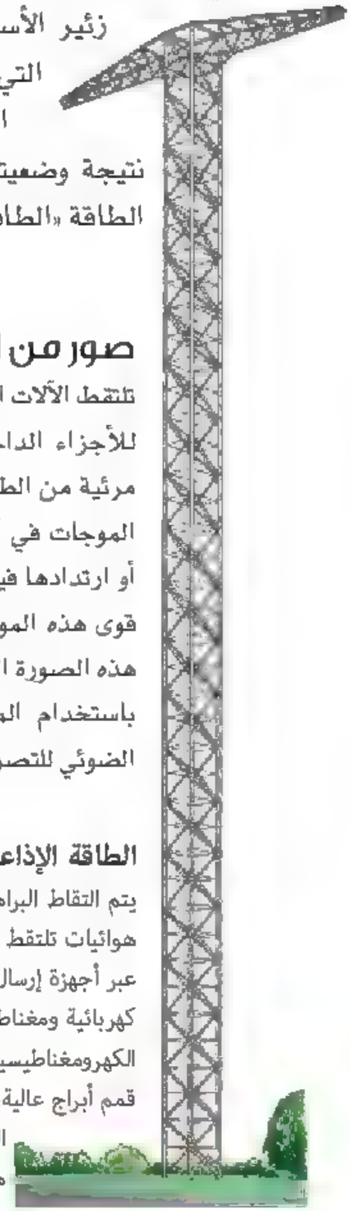


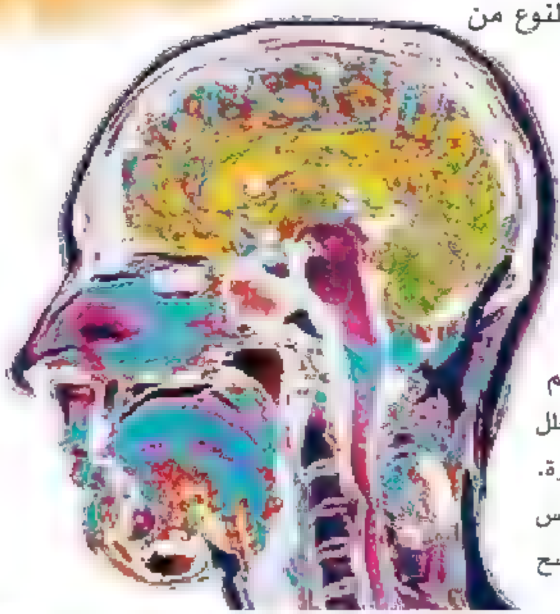


الطاقة



لا يمكننا رؤية الطاقة ولا لمسها ولا الإمساك بها بأيدينا، لكنها منتشرة في كل مكان. فالطاقة هي القدرة على إنجاز العمل وتحقيق الأشياء وإحداث التغيرات. تنقسم الطاقة أنواعًا أو أشكالاً متعددة مختلفة. يحظى الشراب الساخن بطاقة حرارية، ويمتلك وميض البرق في أثناء العاصفة طاقة كهربائية وطاقة ضوئية. ويشكل زئير الأسد طاقة صوتية، وتحوي سيارة السباق التي تسرع على الطريق طاقة حركية. وحتى الكتاب القابع على الرف يمتلك طاقة، فهو يضغط على الرف نتيجة وضعيته وبفعل الجاذبية. ويسمّى هذا النوع من الطاقة «الطاقة الكامنة».





صور من الطاقة

تلتقط الآلات التي تسمّى الماسحات الضوئية صورًا للأجزاء الداخلية من الجسم. ترسل موجات غير مرئية من الطاقة إلى الجسم وتقيس كيفية تغير هذه الموجات في أثناء مرورها في مختلف أجزاء الجسم أو ارتدادها فيه. ومن ثم يأتي دور الكمبيوتر الذي يحلل قوى هذه الموجات المتغيرة واتجاهاتها وينشئ صورة. هذه الصورة التي أُنشئت إلى اليمين تمثل الدماغ والرأس باستخدام الماسح الضوئي المعروف باسم «الماسح الضوئي للتصوير بالرنين المغناطيسي» (MRI).

الطاقة الإذاعية

يتم التقاط البرامج الإذاعية والتلفزيونية عبر هوائيات تلتقط موجات غير مرئية من الطاقة تنبعث عبر أجهزة إرسال. تتألف هذه الموجات من طاقة كهربائية ومغناطيسية، ولذلك تسمّى بالموجات الكهرومغناطيسية. تثبت بعض أجهزة الإرسال على قمم أبراج عالية، وبهذه الطريقة تستطيع موجات الطاقة الإذاعية المنبعثة الانتقال إلى مسافات بعيدة جدًا.

أشكال الطاقة

- الطاقة الكيميائية تتوافر في الذرات والجزيئات
- الطاقة الحركية تتوافر في الأجسام المتحركة.
- الطاقة الكامنة تنشأ من وضعية جسم ما
- الطاقة الصوتية تنبعث عند تذبذب الذرات أو الأجسام.
- الطاقة النووية تنبعث عند اتحاد الذرات أو انفصالها
- الطاقة الكهربائية تنتج من الإلكترونات المتحركة.
- الطاقة المغناطيسية تسببها الجاذبية المغناطيسية
- الطاقة الكهرومغناطيسية تُنشئ على شكل مختلف أنواع الإشعاعات أو الموجات وتتضمن هذه موجات الراديو والمايكرويف والحرارة والضوء والأشعة السينية وأشعة غاما.

انظر أيضًا: القوة المغناطيسية العجيبة ص60، الشمس ص114



الطاقة المنبعثة من الشمس

تسمّى الطاقة التي نتلقاها من الشمس الطاقة الشمسية. تتألف بشكل أساسي من الضوء والحرارة اللذين ينتقلان عبر الفضاء. تنتج هذه الطاقة من الذرات المنسحقة بعضها ببعض والمنصهرة في وسط الشمس. وتسمى هذه العملية الانشطار النووي. وتسمّى الطاقة المنبعثة من مراكز أو نوى الذرات الطاقة النووية. في حين أن الطاقة النووية المتوافرة في محطات توليد الطاقة النووية على الأرض تصدر من الانشطار النووي الذي يحدث عند انشطار الذرات.



الطاقة للروبوتات

تحتاج الروبوتات إلى طاقة حتى تحرك أذرعها الميكانيكية. يتم تأمين هذه الطاقة عادةً من الكهرباء، ما يشغّل محركات كهربائية تقوم بإمالة وتدوير الأذرع. أما الحركات فتضبط بدقة كبيرة بوساطة الكمبيوتر

طاقة التحليق

يحلّق الواثب على الجليد عاليًا في الفضاء بالانحناء إلى الأمام ليخترق الهواء ويحلق بأقصى سرعة ممكنة. يحصل الواثب على الطاقة اللازمة لهذه القفزة الكبيرة بالانزلاق سريعًا من على هضبة عالية، محولًا بذلك الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية، ومن ثم يقفز من على منحدر الانطلاق المبعثر.



اكتشاف علمي



أنشأ هارمان هلمهولتز Hermann Helmholtz (1821-1894) قانون حفظ الطاقة. مفاد هذا القانون أن الطاقة لا تنشأ ولا تتدمر، بل تتحول من شكل إلى آخر فحسب. لقد درس هلمهولتز أشكالًا مختلفة من الطاقة بما فيها الموجات اللاسلكية المكتشفة حديثًا وكان أيضًا عالمًا في الرياضيات وباحثًا طبيًّا.

طاقة الحركة

كل ما يتحرك يتضمن طاقة حركية. وكلما ازدادت سرعة حركة الشيء واحتوى على المزيد من المواد أو الكتل، امتلك طاقة حركية أكبر. ويمتلك القطار السريع الذي يعبر سريعًا شوارع الريف قدرًا كبيرًا من الطاقة الحركية.



تحويل الطاقة

لا يمكن تصنيع الطاقة أو تدميرها، إنها تتحول فحسب. فعندما يتحرك شيء ما أو يتغير بطريقة ما، تغير الطاقة شكلها. فالطابة على رأس التلة تمتلك طاقة كامنة بسبب وضعيتها، وعندما تتدحرج نحو الأسفل، يتحول شيء من الطاقة الكامنة فيها إلى طاقة حركية. وعندما تحترق قطعة خشبية، تتحول الطاقة الكيميائية المختزنة في داخل جزيئاتها إلى طاقة ضوئية وحرارية وإلى شيء من الطاقة الصوتية أيضًا التي تحدث عندما تفرقع النار. إذًا الطاقة تغير أشكالها باستمرار في كل مكان من حولنا. فحدث بسيط واحد قد يستدعي سلسلة كاملة من تحولات الطاقة.

اكتشاف علمي



الميكروسكوب الضوئي من ابتكار هوك.

أشار روبرت هوك Robert Hooke (1635 - 1703) إلى أن الضوء مصنوع من موجات من الطاقة. وبعد أكثر من مئتي سنة، حظيت هذه الفكرة بالقبول. درس أيضًا كيف أن الرقّاص الحلزوني يختزن في داخله عند التمدد نوعًا من الطاقة تسمّى طاقة كامنة. كان هوك تقنيًا بارعًا واختصاصي مجاهير. ولقد اخترع وصمم عددًا من الآلات والأجهزة منها ميكروسكوباته الخاصة والتربيعة المستخدمة اليوم في السيارات وغير ذلك من العربات.

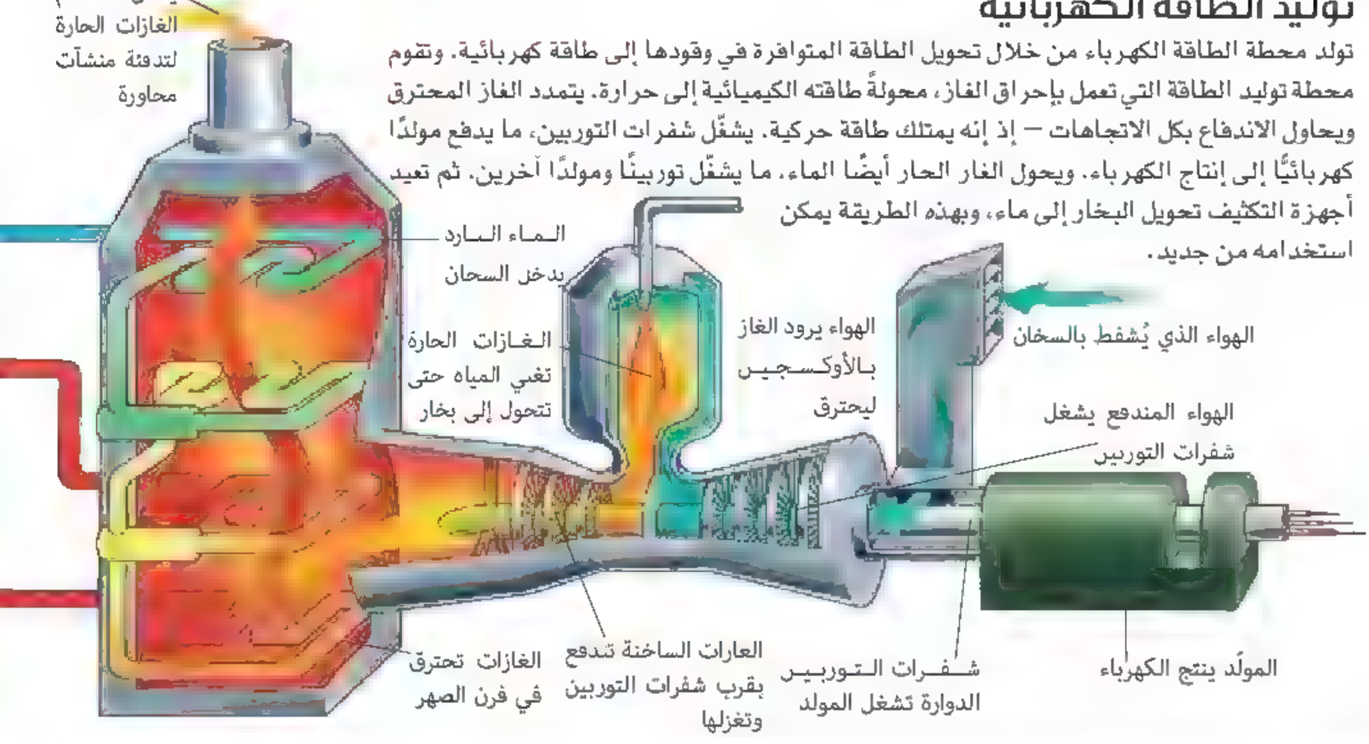


قوة البخار

يعمل القطار البخاري على الطاقة الشمسية تمامًا. فمنذ ملايين السنين، والنباتات تمتص طاقة الشمس الضوئية وتحولها إلى طاقة كيميائية، ثم تموت بعد ذلك لتتحول إلى فحم. يحول الفحم المحترق هذه الطاقة الكيميائية إلى حرارة تغلي الماء لتنتج بخارًا عالي الضغط. هذا البخار يشغل عجلات القطار.

توليد الطاقة الكهربائية

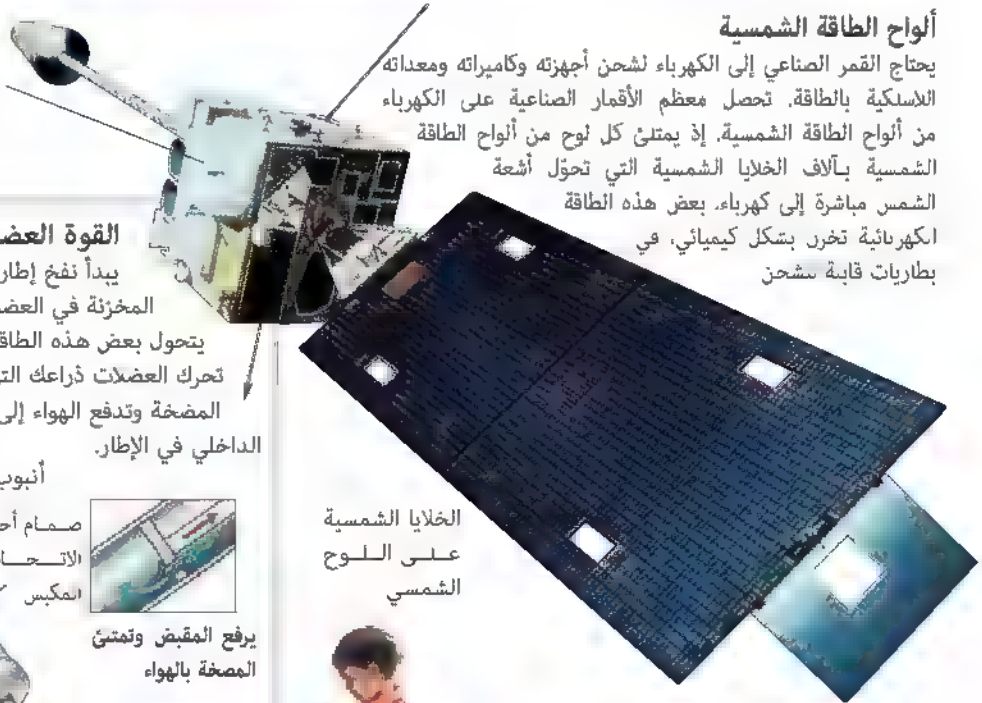
تولد محطة الطاقة الكهرباء من خلال تحويل الطاقة المتوافرة في وقودها إلى طاقة كهربائية. وتقوم محطة توليد الطاقة التي تعمل بإحراق الغاز، محولةً طاقته الكيميائية إلى حرارة. يتمدد الغاز المحترق ويحاول الاندفاع بكل الاتجاهات – إذ إنه يمتلك طاقة حركية. يشغّل شفرات التوربين، ما يدفع مولدًا كهربائيًا إلى إنتاج الكهرباء. ويحول الغاز الحار أيضًا الماء، ما يشغّل توربينًا ومولدًا آخرين. ثم تعيد أجهزة التكثيف تحويل البخار إلى ماء، وبهذه الطريقة يمكن استخدامه من جديد.



انظر أيضًا الجزيئات ص14، الضوء ص74

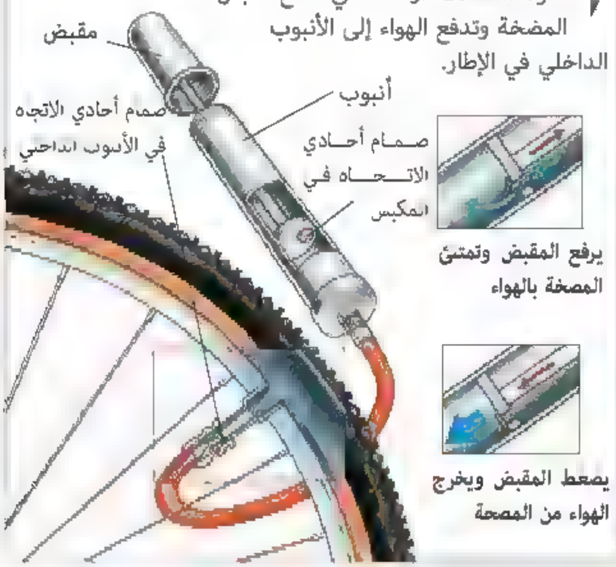
ألواح الطاقة الشمسية

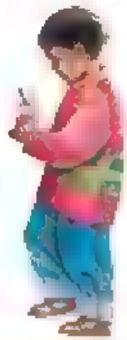
يحتاج القمر الصناعي إلى الكهرباء لشحن أجهزته وكاميراته ومعداته اللاسلكية بالطاقة. تحصل معظم الأقمار الصناعية على الكهرباء من ألواح الطاقة الشمسية. إذ يمتلئ كل لوح من ألواح الطاقة الشمسية بآلاف الخلايا الشمسية التي تحوّل أشعة الشمس مباشرة إلى كهرباء. بعض هذه الطاقة الكهربائية تخزن بشكل كيميائي، في بطاريات قابلة للشحن



القوة العضلية للضخ

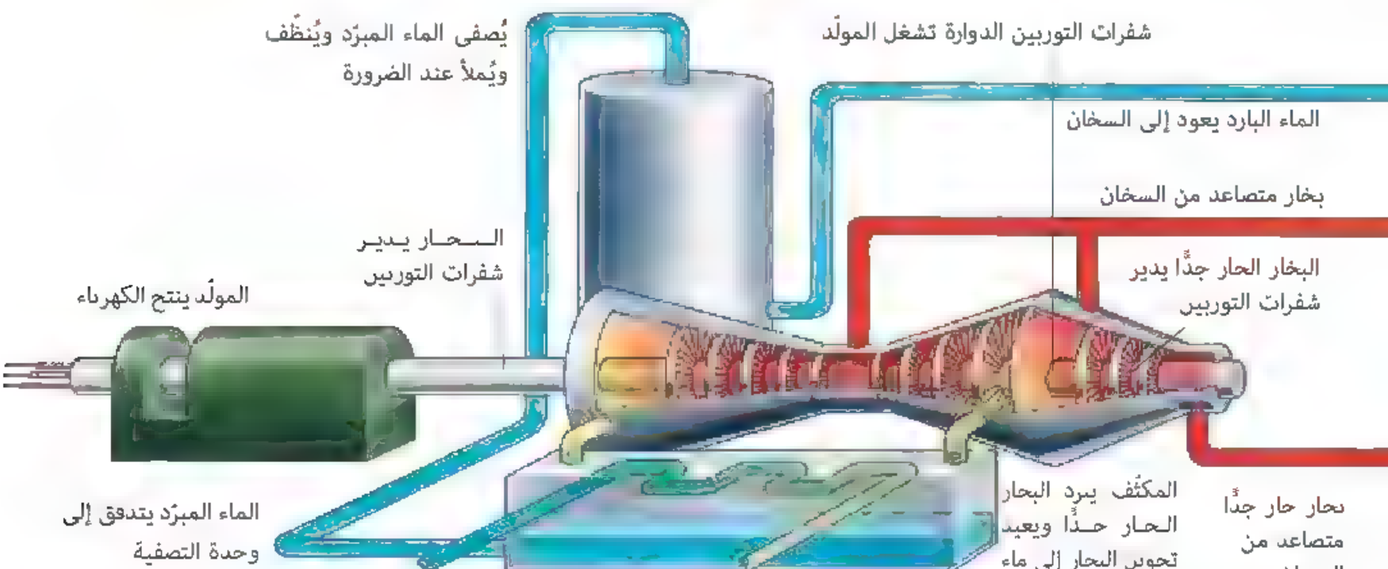
يبدأ نفخ إطار الدراجة باستخدام الطاقة الكيميائية المخزنة في العضلات، وهي تنتج بالأصل من الطعام. يتحول بعض هذه الطاقة الكيميائية إلى طاقة حركية، إذ تحرك العضلات ذراعك التي تدفع مقبض المضخة وتدفع الهواء إلى الأنبوب الداخلي في الإطار.





الطاقة للحياة

يطلق تناول المثلجات أو تفاحة أو أي نوع آخر من الطعام سلسلة من التحولات الكيميائية التي تزوّد الجسم بالطاقة. يستخدم الجسم هذه الطاقة في عمليات عدة، كالنمو وتشغيل العضلات ونبضات القلب ولإنتاج الحرارة التي تحافظ على دفء الجسم.



القوى والحركة

تدفع القوى الأشياء وتسحبها وتضغطها وتحركها. تملك القوى حجمًا أو قدرة وأيضًا اتجاهًا. ودائمًا تمارَس القوة على جسم باتجاه محدد. فإذا كان هذا الجسم يستطيع الانتقال، فإن القوة تجعله يتحرك ويسرّع حركته، أو يتسارع، باتجاه القوة. ولكن عندما يعجز جسم عن الحركة، كالجوزة في كسارة الجوز، فإن القوة تغيّر شكله أو تفتته أجزاءً. وعندما تدفع القوة إلى سطح، ينتج الضغط. وكلما كانت القوة كبيرة والسطح أصغر، ارتفعت درجة الضغط.



المرح يأتي من القوى

يتزحلق طفل بروية نحو الأرض، وتتجه قوة ورن الطفل مباشرة نحو الأسفل لكن زاوية المزلقة تحول هذه القوة إلى جزءين، جزء يتجه نحو الأسفل وجزء يدفع الطفل جانبًا وكلما ارداد انحدار المزلقة، ارددت قوة الجزء المتجه نحو الأسفل وبالتالي ارتفعت السرعة.

قوانين الحركة

عندما نركل كرة، فإننا نجبرها بذلك على التحرك. وما إن تتحرك الكرة، حتى تحاول المضي بالاتجاه نفسه والسرعة نفسها. لكن قوتين تؤثران فيها لتغيير سرعتها ووجهتها، وهما مقاومة الهواء والجاذبية. يثبت ركل الكرة ثلاثة من الأفكار العلمية الأساسية: قوانين الحركة.



القانون الأول:

يفيد قانون الحركة الأول بأن الجسم يستمر بالتحرك بالاتجاه نفسه والسرعة نفسها إلا إذا تدخلت القوى فيها. فعند ركل الكرة، تجعلها قوة الجاذبية وقوة مقاومة الهواء (باحتراق الكرة حزيئات الهواء) تتقدم ببطء وتسقط أرضًا

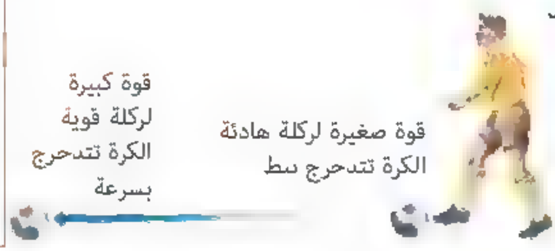
اكتشاف علمي



إسحاق نيوتن (1642-1727) واحد من ألمع العلماء. من أحد إنجازاته العظيمة اكتشافه لقوانين الحركة والجاذبية التي تؤثر في كل شيء في الكون بدءًا من الدرة وحبيبات الرمل وصولًا إلى الأرض والقمر والنجوم والمجرات اخترع نيوتن أيضًا نوعًا جديدًا من الرياضيات، وهو علم الحساب.

القانون الثاني: مزيد من القوة، مزيد من السرعة

يفيد قانون الحركة الثاني أنه كلما ازدادت القوة الممارسة على الجسم، كسب هذا الحسم سرعة أكبر وبمعنى أدق، يتوافق تسارع حسم ما مع القوة الممارسة عليه. إذًا كلما ركلت بقوة، ازدادت سرعة الكرة



القانون الثالث : الارتداد

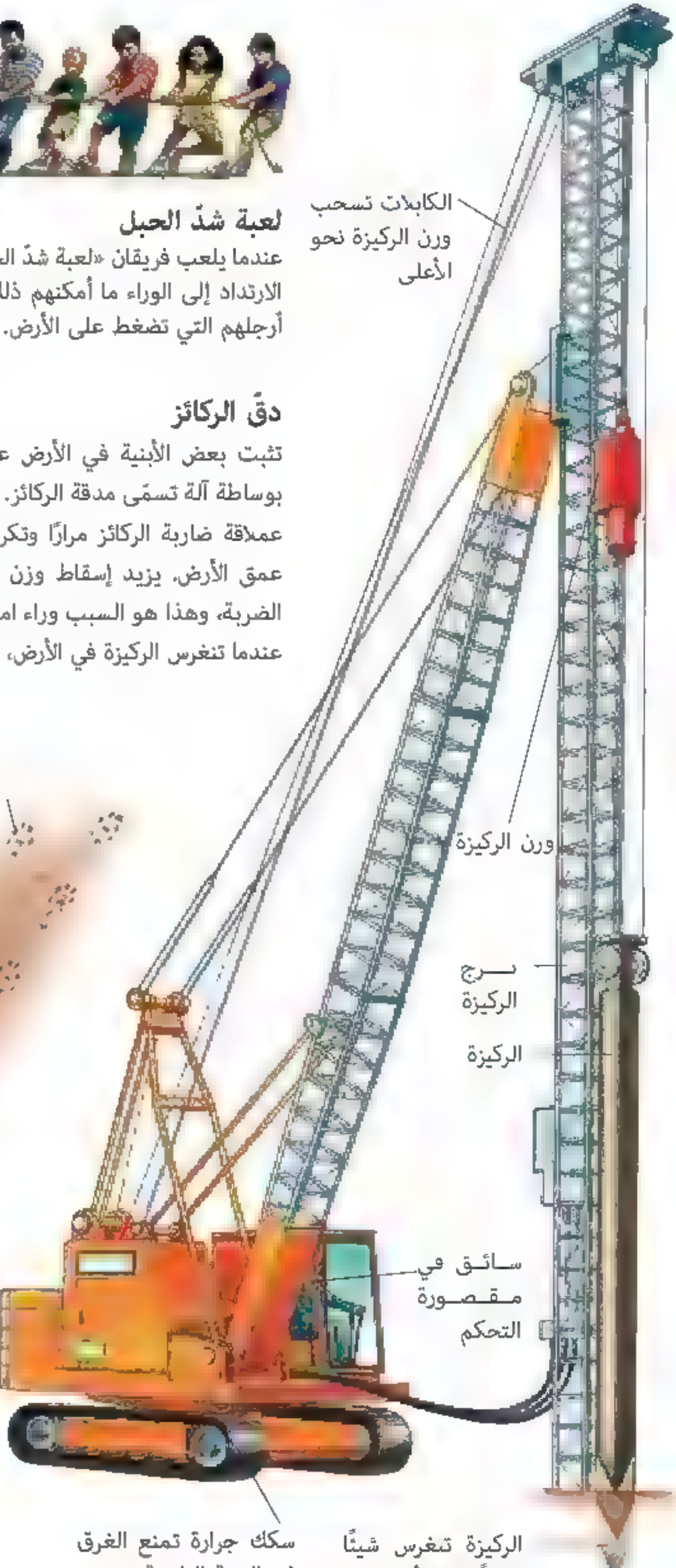
يفيد القانون الثالث بأنه عند ارتطام جسم بجسم آخر، ينتج الجسم الآخر درجة موازية من القوة ولكن بالاتجاه المعاكس. وبتعبير آخر، لكل فعل رد فعل موار وعكسي. فعندما تصطدم كرتان بعضهما ببعض، في أثناء تدحرجهما بسرعة متساوية وباتجاهين معاكسين، سترتدان وتتدحرجان بالطريق الذي انطلقتا منه



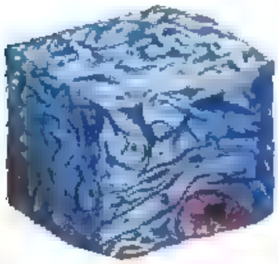
انظر أيضًا الجاذبية ص36، الاحتكاك ص42



لعبة شدّ الحبل
عندما يلعب فريقان «لعبة شدّ الحبل»، يعمل أعضاء كل فريق على السحب بوساطة أذرعهم لكنهم يحاولون الارتداد إلى الوراء ما أمكنهم ذلك. تزيد هذه الحركة في قوة السحب عبر إضافة وزنهم إلى قوة عضلات أرجلهم التي تضغط على الأرض.



دقّ الركائز
تثبت بعض الأبنية في الأرض عبر دعائم فولاذية تسمّى ركائز، بوساطة آلة تسمّى مدقة الركائز. يعمل وزن مدقة الركائز كمطرقة عملاقة ضاربة الركائز مرارًا وتكرارًا بقوة كبيرة، دافعة إياها إلى عمق الأرض. يزيد إسقاط وزن الركيزة من علو شاهق في قوة الضربة، وهذا هو السبب وراء امتلاك مدقات الركائز أبراجًا عالية. عندما تنغرس الركيزة في الأرض، تكبر مسافة السقوط أمام الوزن.



القوى الساحقة
تنتج كسارة السيارات قوى هائلة، فتصغط سيارة بكاملها وتحولها إلى مكعب صغير. توفر هذه العملية مساحة عند التخلص من النفايات. لكن الحل الأفضل يكمن في إعادة التدوير.



آثار أقدام الحيوانات
تظهر آثار أقدام الحيوانات على الأرض اللينة حيث سارت. يتغلب الضغط الذي يمارسه وزن الحيوان الذي يتم عبر قدميه على قدرة الأرض على مقاومته، ويحفرها الحيوان بحفة. يحدث الحيوان نفسه آثارًا أكثر عمقًا إذا كانت أقدامه أصغر حجمًا، لأن الوزن نفسه يؤثر في مساحة صغيرة، منتجًا درجة أكبر من الضغط.



كلما كبرت الآثار، كان الضغط أقل
تملك المركبات الآلية الثقيلة الوزن التي تعمل على أرض لينة «سككا جرارة» كبيرة. ومقارنة بالعجلات ذات الإطارات، توزع هذه السكك وزن المركبة على مساحة واسعة، فتنغرس المركبة بشكل أقل. وتمتلك الحيوانات التي يجري العمل عليها كالثيران والجواميس حوافر كبيرة للسبب نفسه.

الجاذبية



عندما تقفز في الهواء، سرعان ما تسقط عائدًا إلى الأرض. ومهما قذفت الكرة عاليًا في الهواء، دائمًا ستسقط مجددًا. تسمّى القوة غير المرئية التي تسحب كل شيء نحو الأرض بالجاذبية. لكن للأجسام الأخرى جاذبية أيضًا. والواقع، أن كل الأجسام تملك جاذبية – تسمّى هذه القوة بالتجاذب التثاقلي. وهي تجتذب الأجسام الأخرى أو تسحبها. إذًا عندما تطير الكرة في الهواء تجذب الأرض نحوها. وفي الوقت عينه تجذب الأرض الكرة. ولكن لأن وزن الأرض أكبر بكثير من وزن الكرة وأكثر جمودًا منها (مقاومة على التحرك)، نجد الكرة هي التي تتحرك. تملك الأجسام الكبيرة جدًّا مثل النجوم تجاذبًا تثاقليًّا هائلًا. فالشمس تحجز الكواكب كافة، بما فيها الأرض، في مدار حولها.



الأرض والقمر

يجذب الأرض والقمر بعضهما إلى بعض، لكن الأرض أكبر من القمر بكثير. لذلك تبقى الأرض ثابتة مقارنة بالقمر الذي يدور حولها.

قياس الجاذبية

تسحب جاذبية الأرض الأجسام باتجاه سطحها. ويمكننا أن نقيس هذه القوة عبر قياس مقدار تمدد الزنبرك في ميزان زنبركي. وفي تعابيرنا اليومية، نسمّيها الوزن ونقيسها بالكيلوغرام. أما في المصطلحات العلمية، فالوزن هو قوة ويجب قياسها بوحدات تسمّى نيوتن. إن الأجسام ذات الكتلة الكبيرة (سواء أكانت مادة أم ذرات) تسقط بقوة كبيرة إلى الأرض. وبتعبير آخر، إنها ثقيلة الوزن.



القفز بالمظلات عن أقصى علو

يهبط المظلّيون بسرعة باتجاه الأرض حتى تتوازن قوة الجاذبية التي تسحبهم مع حلال قوة مقاومة الهواء التي تدفعهم نحو الأعلى عندما تتوازن هاتان القوتان يتوقف المظلّيون عن النزول بسرعة تسمّى سرعتهم القصوى النهائية التي تبلغ 160 كلم في الساعة «السرعة الحدية».



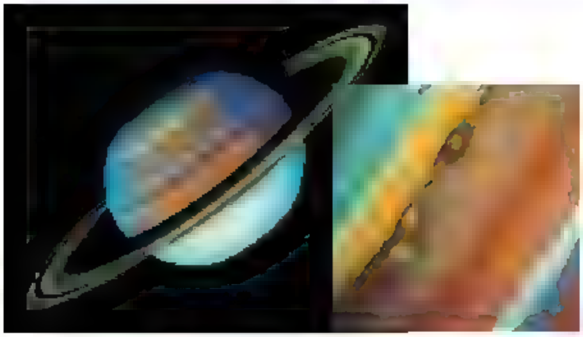
الانحراف أو الميلان

أخذت الجاذبية تسحب شيئًا فشيئًا برج بيزا المائل المشهور إلى جهة واحدة. يقف الجسم الرفيع الطويل مستقيمًا ما دامت قمته تقع مباشرة فوق قاعدته. ومن ثم تمارس الجاذبية جذب قوّتها من خلال الجسم. لقد انتهى العمل على بناء برج بيزا عام 1350، ولكن من سوء الحظ أنه بُني على أرض لينة وكانت الأرض في إحدى جوانبه أكثر ليونة من الجوانب الأخرى لذلك بدأ البرج يميل في تلك الجهة. وفي السنوات الأخيرة تمت تقوية الأساسات على أمل ألا يميل برج بيزا المائل أكثر من ذلك

انظر أيضًا: اكتشاف الفضاء ص 104

السفينة الفضائية العاملة بطاقة الجاذبية

في عام 1997، جرى إطلاق السفينة الفضائية المسماة كاسيني هايجينز إلى الكوكب العملاق زحل. ولكن حتى أضخم الصواريخ عجزت عن إطلاق السفينة الفضائية مباشرة إلى زحل. فكان أن استخدمت السفينة طريقة المقلاع (أدناه).



حلقات زحل

هبط مسبار سفينة كاسيني هايجينز عام 2004 على زحل ذي الحلقات الرائعة. سحبت جاذبية الكوكب المركبة الفضائية بشكل سريع نحوه. لكن زاوية اقتراب الطائرة كانت تعني أنها دخلت المدار المحيط بزحل. ومن ثم حررت مسبار المركبة. أرسل هذا المسبار إشارات لاسلكية إلى مكوك السفينة الذي نقل المعلومات إلى الأرض.





طريقة المقلاع

لم يجرِ إطلاق سفينة كاسيني هايجينز نحو زحل بل نحو كوكب الزهرة. رفعت جاذبية كوكب الزهرة سرعته حتى بات متأرجحًا حول هذا الكوكب كالمقلاع وعاد إلى الأرض. أعطته الأرض دفعًا جديدًا ثم قذفته حول الشمس، والزهرة مجددًا، فالمشتري أخيرًا، قبل أن يصل إلى زحل.



أوقات متأرجحة

تعمل الساعات ذات الرقاص بفعل الجاذبية. يتشبث الوزن بحبل مربوط حول أسطوانة. تسحب الجاذبية الوزن نحو الأسفل وهكذا يحاول الوزن تشغيل الأسطوانة. وفي كل مرة يتأرجح فيها الرقّاص، يجعل الأسطوانة تدور دورة صغيرة مستعملة آلية الإفلات. وفي المقابل يتلقى الرقاص دفعةً من الأسطوانة. تؤمن هذه الدفعة عند تأرجح الرقاص في كل مرة الطاقة اللازمة للتأرجح والتكتكة لمدة أسابيع أو حتى أشهر.



الحرارة والبرودة

تعدّ الحرارة شكلًا من أشكال الطاقة الحركية. إنها طاقة حركة الذرات في مادة أو جسم ما. عندما يبرد شيء ما، تهتز ذراته قليلًا، أو تتنقل بشكل سريع. عندما تسخن مادة ما أو جسم ما تهتز ذراته أكثر فأكثر. لكن درجة الحرارة تختلف عند السخونة التي تعدّ شكلًا من أشكال الطاقة. تشكل درجة الحرارة مقياس مدى سخونة شيء ما، أو مدى سخونته أو برودته إذا ما قورن بشيء آخر، الذي في مقاسات درجة الحرارة العادية، يشكل هذا «الشيء الآخر» تجمد الماء على درجة حرارة صفر أو عندما يغلي متحولاً إلى بخار على حرارة 100 درجة مئوية. هذا هو مقياس الحرارة بالدرجة المئوية.

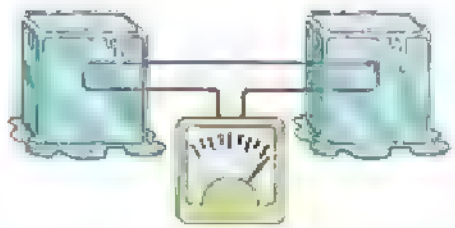


طلقات حرارية

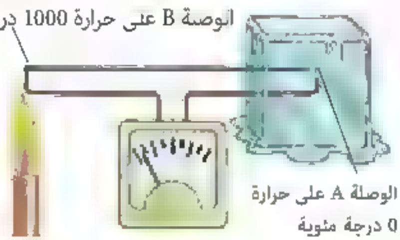
تسبب السرعة العالية أو الاحتكاك بالهواء حرارة هائلة. لذا نجد أن الطائرات السريعة تمتلك غلافًا معدنيًا مصنوعًا من فولاذ التيتانيوم الذي يستطيع تحمّل درجات الحرارة العالية جدًا.

قياس الحرارة

تتم مقاييس درجات الحرارة الدقيقة عبر جهاز يسمّى المزدوج الحراري. يتألف هذا الجهاز من سلكين مصنوعين من معادن مختلفة موصولين في طرفيهما. تسمّى الأطراف الموصولة «الوصلات». إذا كانت الوصلتان على درجة حرارة مختلفة، فإن الكهرباء تتدفق في الأسلاك. يعتمد حجم التيار الكهربائي على الاختلاف في درجة الحرارة. وكلما ارتفعت الحرارة، ازداد التيار الكهربائي. وإذا بقيت إحدى الوصلتين على حرارة ثابتة، فلنقل مثلًا، صفر درجة مئوية، فيمكن معرفة قياس درجة حرارة الوصلة الأخرى من خلال حجم التيار الكهربائي.



الوصلتان على درجة الحرارة نفسها – انقطاع التيار الكهربائي

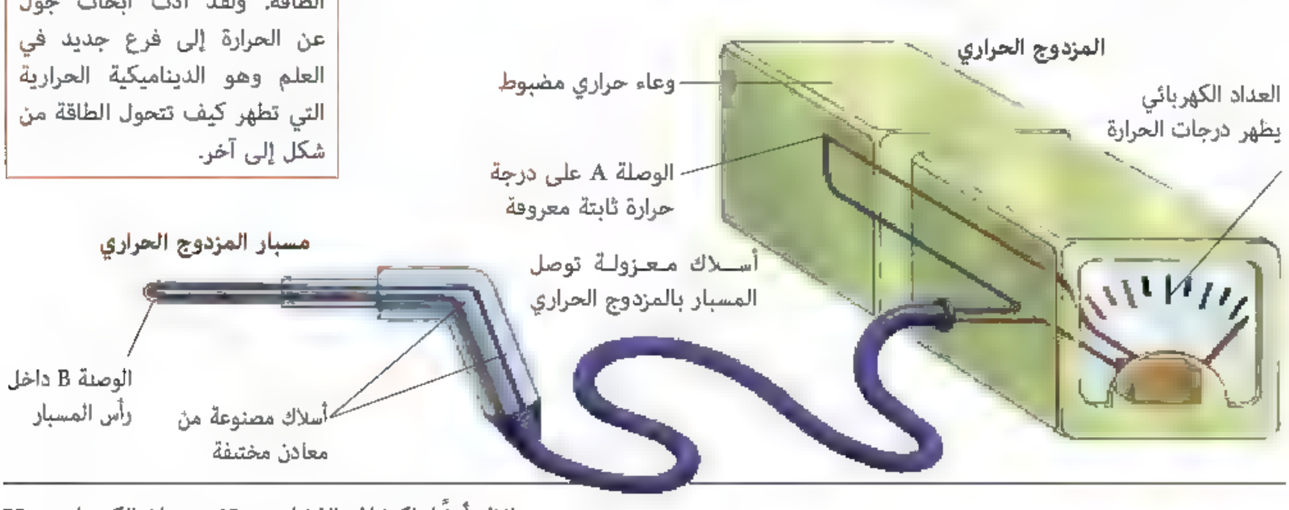


الوصلتان بدرجتي حرارة مختلفتين – عمل التيار الكهربائي

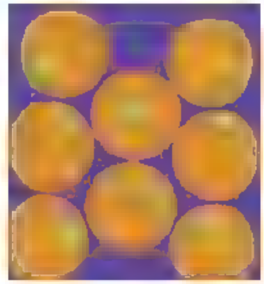
اكتشاف علمي



كان جايمس جول (1818-1889) أول من بيّن أن عددًا من الأعمال الميكانيكية كإدارة مقبض ما، ينتج كمية من الحرارة. وبتعبير آخر، أن العمل الميكانيكي والحرارة شكلان مختلفان للشيء نفسه ألا وهو الطاقة. ولقد أدّت أبحاث جول عن الحرارة إلى فرع جديد في العلم وهو الديناميكية الحرارية التي تظهر كيف تتحول الطاقة من شكل إلى آخر.

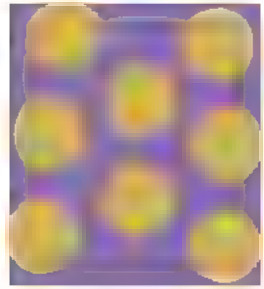


انظر أيضًا: اكتشاف الفضاء ص 42، جريان الكهرباء ص 52



حرارة عالية

في المادة الحارة جدًّا، تتحرك الذرات أو الجزيئات كثيرًا. لا تتأرجح الذرات ذهابًا وإيابًا، كما تفعل رقاصات الساعة الصغيرة، بل تندفع في كل الاتجاهات ككرة صغيرة (باللون الأخضر) وترتد داخل كرة أكبر حجمًا بكثير (باللون البرتقالي).



برودة

عندما تنخفض الحرارة في المادة، يعني هذا أن حركة جزيئاتها وذراتها انخفضت. ونحن نعرف أن كمية الحرارة تنخفض لأن المادة تبدو أكثر برودة عند اللمس، ويظهر ميزان الحرارة أن حرارتها انخفضت.



برودة شديدة

تمتلك المادة الباردة جدًّا القليل من الطاقة الحرارية. وهذا يعني أن ذرات المادة وجزيئاتها لا تكاد تتحرك. أما في أدنى درجة حرارة ممكنة، وهو ما يسمّى بالصفر الكلي، فإن الذرات والجزيئات تتوقف عن الحركة وتسكن تمامًا.



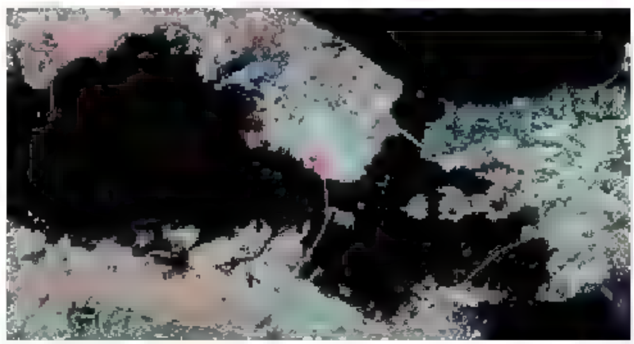
التخلص من الحرّ

تسمّى المواد التي لا تسمح لطاقة الحرارة بالمرور فيها إلا قليلًا «عوازل الحرارة». تشكل طبقة الزجاج الليفي fiber-glass على أسطح المنازل عازلًا حراريًّا يستخدم للمحافظة على الدفء داخل المنزل. ويرتدي رجال الإطفاء بدلات مصنوعة من مادة عازلة للحرارة. وهي تحتوي أيضًا على غطاء ناعم يعكس بعضًا من الطاقة الحرارية. يعكس الغطاء أيضًا الإشعاعات الضوئية، لهذا السبب تبدو البدلات لماعة

نطاق درجات الحرارة

في الحياة اليومية، نختبر مجموعة صغيرة من درجات الحرارة. ففي يوم بارد، تبلغ الحرارة 10 درجات مئوية تحت الصفر، وفي يوم حار تبلغ الحرارة 32 درجة مئوية. يسمّى المقياس العلمي لقياس درجة الحرارة ميزان كالفن. فالصفر الكلي هو 0 كالفن (273.15 kelvin تحت الصفر)، يغلي الماء على حرارة 373.15 كالفن (100 درجة مئوية).





رؤية الحرارة

عندما ننظر إلى الأشياء، ترصد أعيننا إشعاعات ضوئية، وهي شكل من أشكال الأشعة الكهرومغناطيسية. وكما سنبين لاحقًا في الكتاب، فإن الحرارة المنتقلة من مكان إلى آخر أيضًا شكل من أشكال الأشعة الكهرومغناطيسية المعروفة بالأشعة ما تحت الحمراء. ترصد بعض كاميرات الأقمار الاصطناعية الأشعة ما تحت الحمراء أكثر من الأشعة الضوئية. وتلتقط «صورًا حرارية» كما في المدينة الظاهرة في الصورة أعلاه. تظهر الإشعاعات الحمراء الأجزاء الدافئة أما الأشعة الزرقاء والسوداء فتظهران الأجزاء الباردة.

الآلات البسيطة

يصنع كل جهاز ميكانيكي، حتى أكثر الجرافات العملاقة تعقيدًا، من أربعة أنواع مختلفة من الآلات البسيطة. هذه الأنواع الأربعة هي: الرافعة، السطح المائل أو السلّم، والعجلة ومحورها، والبكرة. الرافعة هي حمّالة صلبة تدور على محور يسمّى المُرتكز أو نقطة الارتكاز. وإذا كان المُرتكز قريبًا من نهاية جهة من دون أخرى، فيمكن استخدام الرافعة لرفع أوزان ثقيلة بسهولة أكبر. ويشكل السطح المائل (السلّم أو المزلقة) آلة أيضًا. يسهل عادةً انزلاق وزن ثقيل من على منحدر أكثر من رفعه. وإذا وضعنا مزلقتين، وأسندنا ظهر إحداهما إلى ظهر الأخرى فستشكلان إسفينًا كنصل السكين أو الفأس أو الإزميل. يشكل الإسفين الملتف حول قضيب، بشكل شبيه بنازعة السدادات الفلينية المسماة لولبًا، برغيًا. تستخدم هذه البراغي لرفع الأشياء ولتثبيت بعضها ببعض.

اكتشاف علمي

اكتشف أرخميدس عالم الرياضيات والمخترع (287-212 قبل الميلاد) مبدأ الفائدة الآلية التي تُستخدم للرافعات والبكرات. هذه الآلات البسيطة لا تعطي شيئًا بلا مقابل. فالرافعة تتيح لك نقل وزن ثقيل بأقل جهد ممكن. لكن الوزن لا ينتقل بعيدًا جدًا. ففي النهاية، يستخدم نقل الوزن على المسافة نفسها، سواء بشكل مباشر أو بوساطة رافعة، الكمية الإجمالية نفسها من الطاقة.





بناء الأهرامات

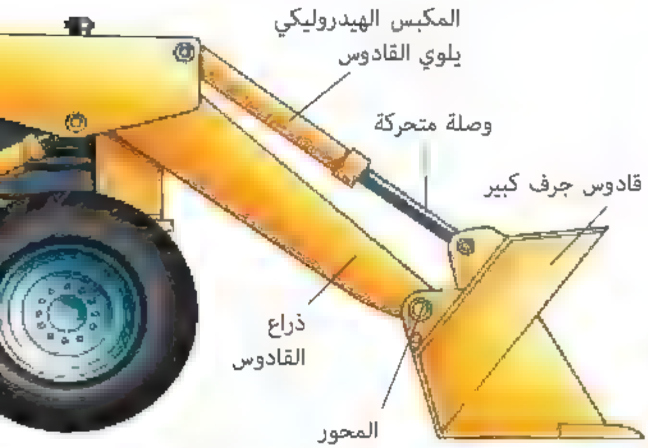
بُنيت الأهرامات في مصر القديمة منذ نحو 4500 عام من آلاف الحجارة، يبلغ وزن بعضها أطنانًا. ولعل هذه الحجارة الثقيلة قد رفعت لوضعها في مكانها أو تم جرها من على منحدر مبني إلى جانب الهرم أو دحرجت على أغصان الشجر. لا أحد يعرف حقًا كيف بُنيت.

الرافعات في العمل

تصنع أذرع الحفارة الآلية من سلسلة من الرافعات الموصولة بعضها ببعض. تتحرك هذه الأذرع بوساطة الزيت الذي يُضخ بضغط عالٍ جدًا عبر الأنابيب أو الخراطيم إلى أسطوانة. يدفع ضغط الزيت المكبس على طول الأسطوانة. وهو ما يمد الذراع بالقوة أو الجهد حتى يتحرك. تسمّى الأسطوانات والمكابس التي تعمل بهذه الطريقة المكبس الهيدروليكي.



الحفارة (حفر التربة)



انظر أيضًا: السوائل والغازات والمواد الصلبة ص 16

أنواع مختلفة من الرافعات

يمكن تنظيم عمل الرافعة أو قوّتها الحركية، مرتكزها أو نقطة ارتكازها، وحمولتها، أي الجسم الذي ينقل أو يُضغط من خلال ثلاث طرق مختلفة. تسمّى هذه الطرق المختلفة «أنظمة الرافعة الثلاثة». وكلما كانت نقطة الارتكاز أو المرتكز قريبًا من الحمولة، أصبح نقل هذه الحمولة أكثر سهولة. لكنك لن تستفيد كثيرًا إذا إن الحمولة تنتقل على مسافة صغيرة.



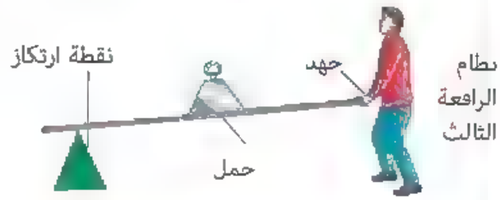
نظام الرافعة الأول

في نظام الرافعة الأول، يكون الجهد والحمولة على الجانبين والمرتكز في الوسط مثل لعبة المقص أو الرجحان. تشكل الرافعتان اللتان تتقاسمان المرتكز نفسه مقصًّا أو كماشة.



النظام الثاني

في نظام الرافعة الثاني، يكون الجهد في الوسط والمرتكز والحمولة على الطرفين. يستخدم ذراع الحفارة الآلية هذا النظام.



النظام الثالث

في نظام الرافعة الثالث تكون الحمولة في الوسط بين نقطة الارتكاز والجهد كما في عربة اليد أو كسارة الجوز



قوة الإسفين

يشكِّل النحّات قطعة صخرية مستعملًا المطرقة والإزميل. تنتقل قوة المطرقة التي تضرب الإزميل إلى نصل الإزميل الرفيع الشبيه بالإسفين. تؤثر قوة ضربات المطرقة الكبيرة في منطقة صغيرة من طرف النصل، فتنتج ضغطًا كبيرًا. وبالتالي ينكسر الحجر ويتفتت



ماكينة حفر (حفارة ثنائية الأذرع)

الاحتكاك

يشكل الاحتكاك قوة تقاوم الحركة، ويعمل على الدوام بالاتجاه المعاكس للحركة. ينجم الاحتكاك عن وجود نتوءات وتكتلات على سطحين، يحتك بعضها ببعض عندما ينزلق الجسمان إلى جانب بعضهما. وحتى الأسطح الملساء جدًّا تتخللها نتوءات صغيرة. يعني الاحتكاك انخفاض حركة الأجسام وفقدانها الطاقة الحركية. لكن هذه الطاقة لا تختفي بل تتحول إلى حرارة. افرك يديك بعضهما ببعض وانتبه إلى ما ستشعر به! في الآلات، عندما تحتكّ الأجزاء بعضها ببعض، تساهم طبقة رقيقة من الزيت أو الشحم في التخفيف من الاحتكاك والتلامس والتآكل.

إن استخدام الزيت أو الشحم للتخفيف من الاحتكاك يسمّى التشحيم.

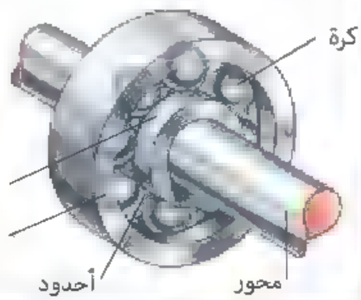


النزول البطيء

ينزلق متسلق الجبال أو يهبط ببطء على حبل يكون هذا الحبل مربوطًا من الداخل والخارج بحلقات فولاذية موصولة بحزام المتسلق الجلدي يجنّب الاحتكاك المنصبط ما بين الحبل والحلقات المتسلق السقوط بسرعة كبيرة.

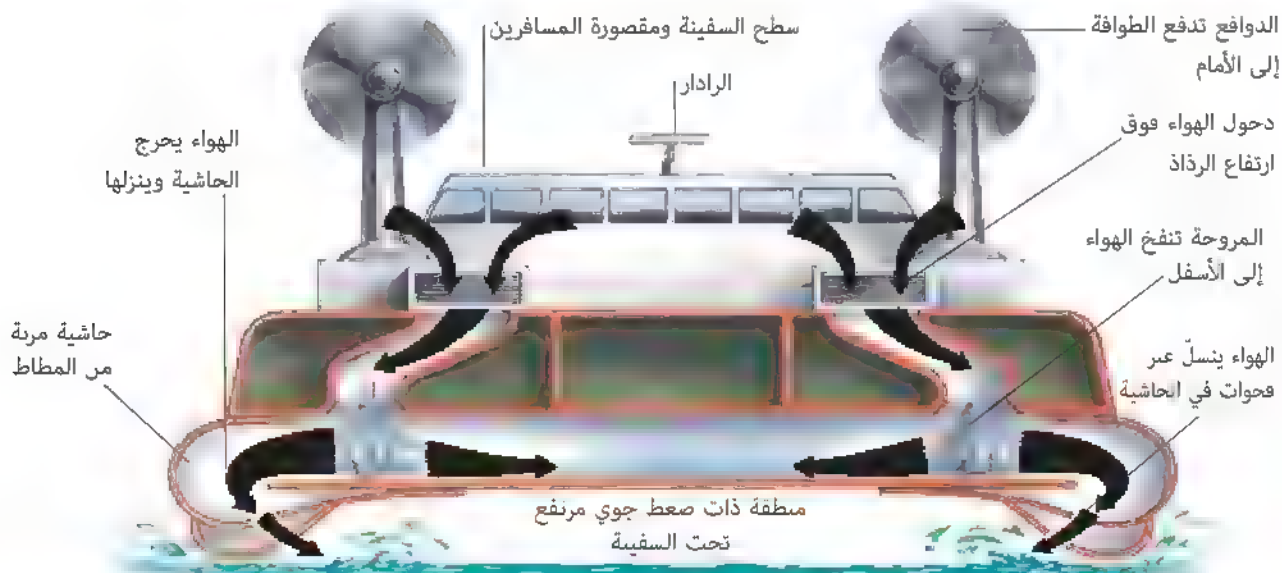
محمل الكرات

يشكل المحمل جزءًا من آلة مصممة خصيصًا للتخفيف من الاحتكاك بين أجزاء الآلة ويقوم المحمل عادة بالتخفيف من الاحتكاك عبر استبدال الانزلاق بالدحرجة يسمى جزءا المحمل اللذان يحملان شكل طوق محزز بـ «مدرجتي الكريات». عندما تنعدم حركة الجزء الخارجي من المدرجة ويدور الجزء الداخلي منها، تتدحرج الكريات الفولاذية الموجودة بينها غالبًا ما تعزل العجلات عن محاورها بوساطة محامل الكرات.



الركوب على الهواء

تطفو الطوّافة في الماء على وسادة هوائية. وعندما يتحرك القارب في الماء، يندفع الماء نحو القارب فيبطئ من حركته. يسمّى هذا النوع من المقاومة أو الاحتكاك «السحب» (انظر إلى الصورة الجانبية). في الطوافة، ينفث الهواء أسفل القارب بسرعة كبيرة فيفوق ضغطه وزن القارب ويرفعه فوق السطح. أما حاشية الطوافة المطاطية فتساعد على منع الهواء من الخروج بسرعة وتزيد في ارتفاع الوسادة الهوائية.

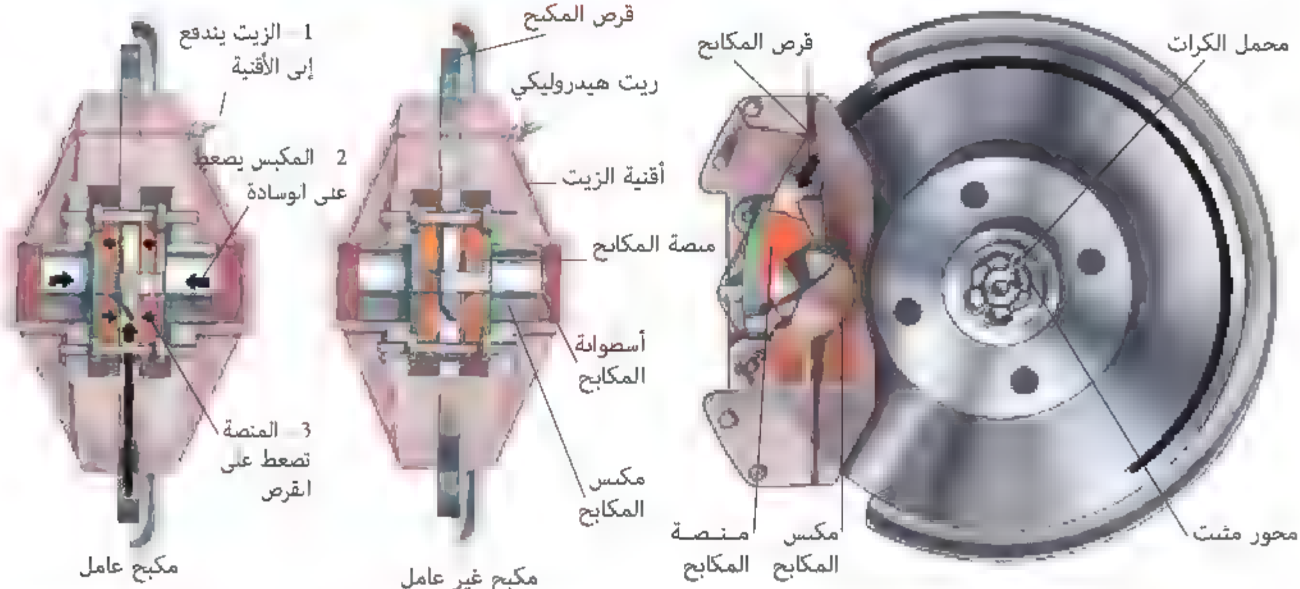


انظر أيضًا: الماء ص20، القوى والحركة ص34



الاحتكاك الضروري

يسمّى الاحتكاك غالبًا «عدو الآلات»، علمًا بأن بعض الآلات تعتمد عليه حتى تعمل بفاعلية، مثل مكابح السيارة. فالاحتكاك بين أقراص المكابح ومنصات المكابح تبطئ من دوران الدواليب. وبالتالي يبطئ الاحتكاك بين إطار الدولاب المطاطي والطريق من سير السيارة.



مكابح الأقراص

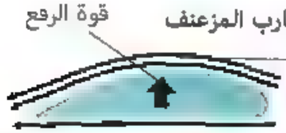
عندما يدوس السائق على دواسة المكبح، يندفع الريت من الأنابيب إلى الأسطوانات على جانبي القرص المعدني، أي قرص المكبح، الموصول بكل عجلة. يدفع ضغط الريت المكابس التي تضغط على منصات المكابح القاسية باتجاه قرص الغزل. وعندئذٍ يعمل الاحتكاك بين القرص والمنصات على تبطيء حركة القرص والعجلة.

التحليق عبر الماء

القارب المزعنف هو مركب يضم مزلجات. يحظى هذا القارب بشكل جناح الطائرات نفسه ويكون مقوسًا في الجانب العلوي أكثر من الجانب السفلي ويعمل بالطريقة نفسها. عندما يتحرك المركب إلى الأمام، ترتفع المياه فوق السطح العلوي أكثر من السطح السفلي. فيتحرك القارب بشكل أسرع. ينشئ هذا الأمر ضغطًا منخفضًا فيرتفع المركب المزعنف. عند التقدم بسرعة كبيرة يرتفع الزورق عن الماء، مخففًا بذلك من الجر الناجم عن الاحتكاك.

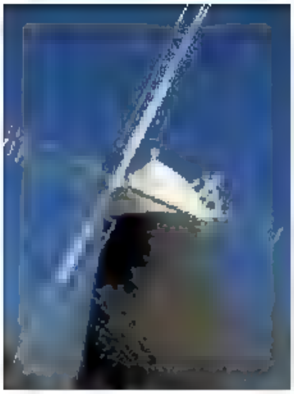


مشهد جانبي للقارب المزعنف



الطاقة للعالم

ينتج معظم الطاقة المستخدمة في العالم من ثلاثة مصادر هي: الغاز الطبيعي والفحم والبترول. تسمّى هذه المصادر الثلاثة الوقود الأحفوري لأنها مكونة من بقايا كائنات حية عفنة وشبه متحجرة تعود إلى ملايين السنين. وثمة مصدر آخر للطاقة وهو الكتلة الحيوية، التي تتألف من معدات أو منتجات حية استخدمت مؤخرًا مثل الخشب وروث الحيوانات. في بعض مناطق العالم، تشكل الكتلة الحيوية التي تأتي على شكل حطب المصدر الوحيد للطاقة. أما الطاقة النووية فهي ذات أهمية في بعض البلاد، على الرغم من أنها تثير مشكلتي الحوادث النووية والفضلات النووية. أما البلاد ذات الجبال المرتفعة والمطر الغزير، فتستطيع توليد الطاقة الكهربائية من المياه المتدفقة. وهذا ما يسمّى بالطاقة الكهرومائية.



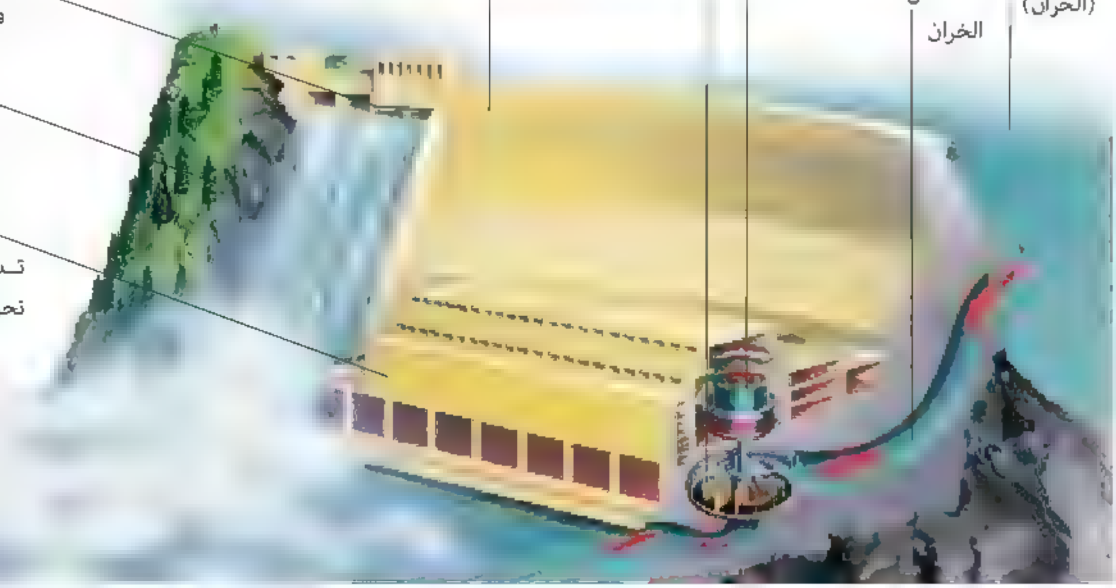
طاقة الرياح
كانت الرياح والمياه وقوة العضلات تشكل مصادر الطاقة الأساسية لتشغيل الآلات، وبقيت كذلك حتى جرى تطوير المحرك البخاري بدءًا من القرن السابع عشر. وكانت الطاحونة الهوائية التقليدية تعمل على دوران ريشاتها بفعل الريح فتدور بأقصى قوة. تدور ريشات الطاحونة حول محور يشغل الآلة داخل الطاحونة مثل حجر الرحى الذي يقوم بطحن الذرة.

الطاقة المائية

تولّد محطة الطاقة الكهرومائية الكهرباء من حركة الماء. يتدفق الماء في أنابيب تحتوي على توربينات تبرم فتشغل المحركات. وعندما يزداد اندفاع ضغط الماء بعكس شفرات التوربينات، تدور الشفرات بقوة أكبر وتولّد المزيد من الكهرباء. إذًا من أجل زيادة ضغط الماء والتأكد من التزود بالماء الوفير على مدار العام، يُبنى سد فوق واد حيث تتجمع المياه خلف السد فيمتلئ الوادي ويشكل بحيرة.



طلب الطاقة
تزود محطات الطاقة الكهرباء في شبكات لتوزيع الكهرباء



راجع : الماء ص 20، تحويل الطاقة ص 32، الأرض في مشكلة ص 98

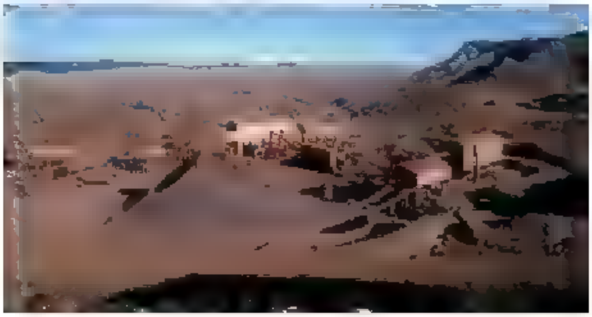
اكتشاف علمي

عرفت ماري كوري (1867 - 1934) العلوم من قراءة الكتب. عندما سمعت أن اليورانيوم أنتج إشعاعات غريبة بدأت بإجراء الاختبارات على المواد الأخرى لترى ما إذا كان في إمكان هذه المواد إنتاج إشعاعات كإشعاعات اليورانيوم. وكلمتها «النشاط الإشعاعي radioactivity» تصف الطاقات المنبعثة من مواد كهذه. وقد اكتشفت عنصرين مشعَّين جديدين هما الراديوم والبولونيوم. ولقد ساعد عمل هذه العالمة غيرها من العلماء في تطوير الطاقة النووية.



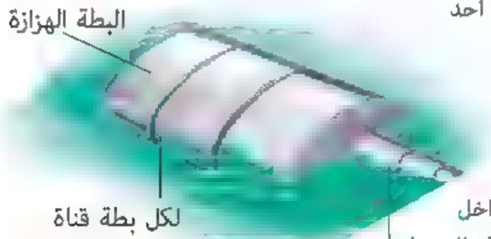
استخدام الطاقة الأحفورية

نستنفد الوقود الأحفوري أسرع بملايين المرات من تكونه في الطبيعة. بحسب نسبة الاستهلاك الحالية لما يسمّى احتياطي النفط سينضب البترول في غضون 100 إلى 200 سنة والفحم في غصون 300 إلى 400 سنة. كما أن مناجم الفحم القريبة من سطح الأرض أو فيه تشوّه المنظر الطبيعي.



طاقة الأمواج

تحمل الأمواج وحركتا المد والجزر طاقة كبيرة يمكن أن تتحول إلى كهرباء. تهتز الآلة المسماة « البطة» صعودًا ونزولًا عندما تمر بها الموجات تدير حركة الاهتزازات المحرك أو تصح الماء أو الغاز لتبرم التوربين الذي يدير المحرك أما المحرك الآخر المصمم ليعمل على الأمواج والمد والجزر فهو مصخة العمود المائي الاهتزازية. وهي عبارة عن غرفة طويلة يقبع أحد أطرافها تحت الماء. تصعد الأمواج داخل الغرفة فتدفع الهواء فيها من خلال توربين مثبت في الأعلى. ولتنظيم طاقة المد والجزر، بُني على فتحة باب أو خليج حاجز يشبه السد. وحينئذٍ يعمل تدفق المد والجزر على إدارة التوربينات داخل السد.



الطاقة المتجددة والمستدامة

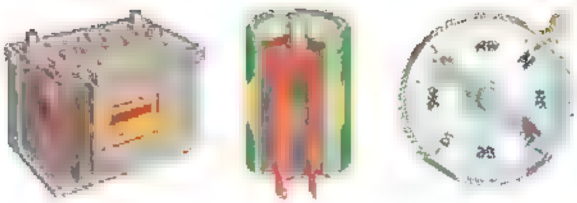
تشكل الكهرباء أحد أشكال الطاقة المفضلة لدينا. يجري عادةً نقل الكهرباء إلى مسافات بعيدة عبر الأسلاك فتتحول إلى حركة وضوء وحرارة وصوت وغير ذلك من الأشكال المفيدة. لكن مصادر الطاقة الأساسية التي تولد الكهرباء أي الوقود الأحفوري لن تدوم إلى الأبد. فهي غير مستدامة وغير متجددة وتسبب تلوثًا كبيرًا، لذا طوّر العلماء مصادر للطاقة مستدامة ومتجددة، ميزتها أنها لا تنضب ولا تسبب تلوثًا كبيرًا. هذه المصادر هي الريح، والأمواج، والمد والجزر، والشمس، والمياه المتدفقة (طاقة مائية) والصخور الحارة الموجودة عميقًا تحت الأرض (طاقة حرارية أرضية). تشكل توربينات الرياح نسخًا جديدة من الطواحين الهوائية التي تولد الكهرباء من طاقة حركة الهواء.



يشكل عدد كبير من توربينات الرياح ما يمكن تسميته بمزرعة أو حديقة الرياح

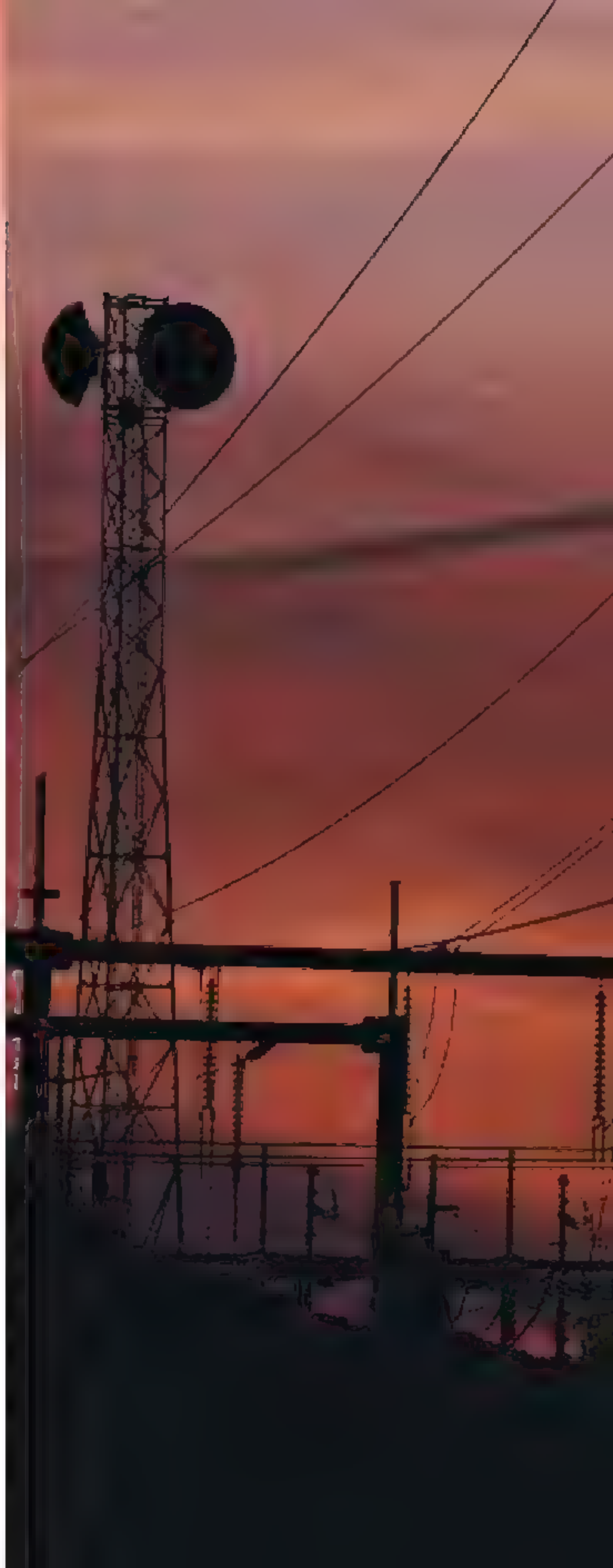
القسم

3



الكهرباء والقوة المغناطيسية

تشكل الكهرباء أحد أنواع الطاقة وترتكز على حركة شذرات من الذرات تسمّى إلكترونات. وتشكل المغناطيسية قوة عجيبة غير مرئية قادرة على الجذب والدفع. تنتج الكهرباء القوة المغناطيسية وتنتج القوة المغناطيسية الكهرباء. وتشكلان معًا الأساس لعدد لا يحصى من الماكينات، بدءًا بالمحركات وصولًا إلى أجهزة الكمبيوتر.



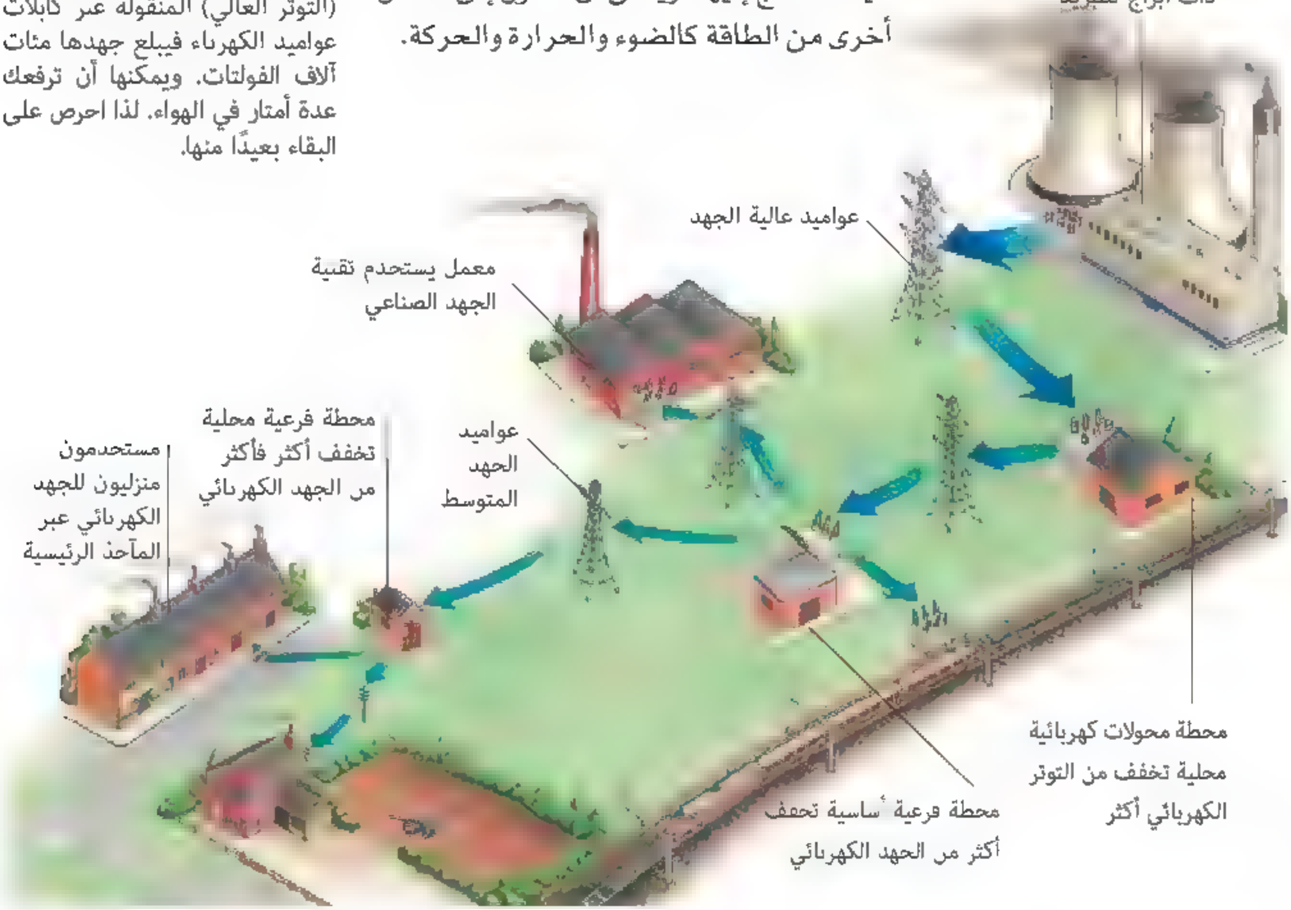


الطاقة الكهربائية

تعدّ الكهرباء شكلًا من أشكال الطاقة غير المرئية. ترتكز على جسيمات مشحونة متناهية الصغر داخل الذرات. في نواة الذرة جسيمات تسمّى بروتونات تمتلك شحنة إيجابية. أما ما ينطلق بسرعة وهو يئز حول نواة الذرة فهو الإلكترونات التي تمتلك شحنة سلبية. في العادة، تتعادل الشحنات السلبية والإيجابية. ولكن عندما تصبح هذه الشحنات غير متوازنة، تتولّد طاقة كهربائية. قد تبقى هذه الطاقة في مكان واحد، كونها كهرباء ساكنة. أو قد تتحرك من مكان إلى آخر، كتيار جارٍ. الكهرباء مفيدة جدًا لنا لأنها تنتقل في الأسلاك إلى حيثما نحتاج إليها، ويمكن أن تتحول إلى أشكال أخرى من الطاقة كالضوء والحرارة والحركة.



كهرباء ! خطر!
قد تكون الطاقة الكهربائية خطيرة جدًا. فالصدمة الكهربائية من مقابس كهربائية يبلغ جهدها 110 أو 220 فولتًا قادرة على قتل الإنسان بسهولة. أما الكهرباء ذات الجهد العالي (التوتر العالي) المنقولة عبر كابلات عواميد الكهرباء فيبلغ جهدها مئات آلاف الفولتات. ويمكنها أن ترفعك عدة أمتار في الهواء. لذا احرص على البقاء بعيدًا منها.



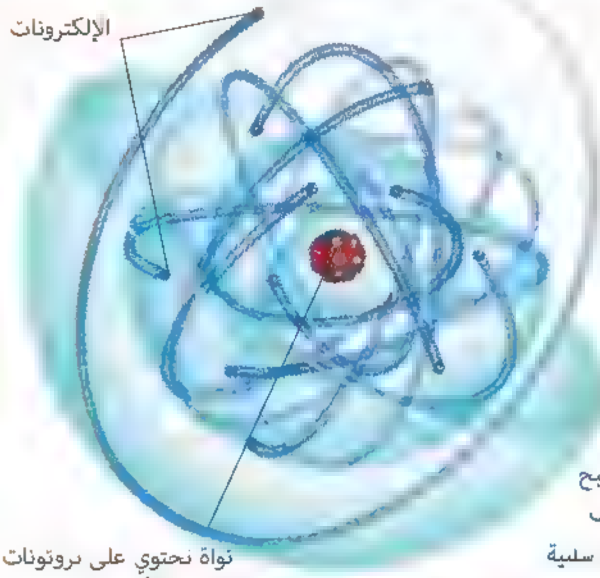
شبكة الكهرباء

تحول محطات توليد الكهرباء طاقة الحركة إلى طاقة كهربائية متوسطة الجهد. يتحول هذا الجهد المتوسط إلى كهرباء عالية الجهد تمر بكابلات أو أسلاك كهربائية مثبتة على أبراج أو مدفونة تحت الأرض. تسمّى شبكة الكابلات والأسلاك شبكة توزيع الكهرباء. وتتحول الكهرباء إلى توتر كهربائي رئيسي وصناعي أقل قوة يستخدم للمعامل والمزارع والمكاتب والمنازل.

راجع أيضًا الكهرباء الساكنة ص50، الكهرباء والتيار الكهربائي ص52، الطاقة الكهربائية ص 49.

الكهرباء في الذرات

يتكوّن كل شيء من مليارات المليارات من جسيمات متناهية الصغر تسمّى ذرات. تملك الذرّة نواة مركزية تحتوي على بروتونات ذات شحنات إيجابية وعلى نترونات خالية من أي شحنات سلبية أو إيجابية. تدور حول النواة في منطقة فارغة جزيئات صغيرة جدًا تسمّى الإلكترونات. عندما تكتسب الذرات أو تفقد إلكترونات، تصبح مشحونة كهربائيًا إذ إن اكتساب الإلكترونات الذرات يحوّلها إلى سلبية في حين أن خسارة الإلكترونات تجعلها إيجابية.



اكتشاف علمي



بنجامين فرانكلين (1706-1790) من أول الأشخاص الذين درسوا الكهرباء بشكل تفصيلي. ففي عام 1752، طيّر وسط صواعق برقية ورعدية طائرة ورقية علّق فيها مفتاحًا معدنيًا. فكانت الشرارات التي خرجت من المفتاح أن بينت أن الصاعقة شكل من أشكال الكهرباء. وقد قال فرانكلين إن الكهرباء مكونة من حالتي سائل عجيب، وهي فكرة لم يعد يصدقها أحد.



الكهرباء في العمل

إذا انقطعت الكهرباء في هذه المدينة، فسيكون على أهلها تدبر أمرهم من دون الإضاءة والتدفئة ومن دون الآلات التي تسهل عليهم حياتهم. وسيتوقف الروتين اليومي وستصبح البطاريات والشموع والحطب والفحم والغاز مصادر الطاقة الوحيدة المتوافرة لديهم. علمًا بأن الإنسان استطاع منذ آلاف السنين تدبر أمره من دون الآلات الكهربائية، كما أن بعض المناطق في العالم تتدبر أمرها من دونها أيضًا. والواقع، أن الكهرباء لم تشتغل إلا منذ القرن الأخير أو ما شابه. ولعل واحدة من مزايا الكهرباء هي أنها متاحة بكبسة زر.



الكهرباء الحسية

يمتلك القرش إحساسًا مميزًا يجعله يكتشف الإشارات الكهربائية الضعيفة. تنبعث هذه الإشارات عادةً من عضلات فريسته وتنتقل عبر الماء. ويستخدم القرش فتحات حسية موجودة في جلد خطمه تسمّى أمبولات لورنزيني لرصد الكهرباء أيضًا. ومن الحيوانات المائية الأخرى التي تستشعر الكهرباء نذكر سمكة أنف الفيل والحبار. كما أن السمك الرّعّاد وسمك القرموط يستطيعان أيضًا إحداث انفجارات كهربائية يصعقان بها فريستهما.

الكهرباء الساكنة

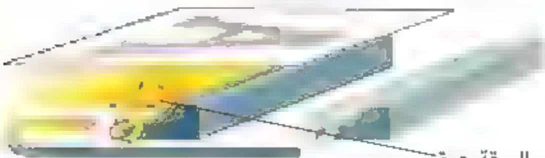
تمشي على السجادة، تلمس قبضة الباب ...وززا! تشعر بصدمة كهربائية صغيرة جدًا وكأن شرارة خرجت منك إلى المعدن ... يسمّى هذا النوع من الكهرباء بالكهرباء الساكنة. وهي قد تؤدي إلى إيقاف شعرك واجتذاب الغبار إلى التلفاز أو لصق البالون بالحائط. تنتج الكهرباء الساكنة عندما يحتك الجسمان غير المعدنيين بعضهما ببعض. وهي إلى ذلك قد تجتذب أشياء إلى بعضها أو تفرقها لأن الشحنات المتضادة تنجذب إلى بعضها، أما الشحنات المتشابهة فتبتعد عن بعضها. وقد تكون الكهرباء الساكنة مدمرة كما يحدث في الصواعق أو قد تكون مفيدة كما في آلات التصوير أو الأجهزة المنقية للهواء أو مرشات الطلاء.



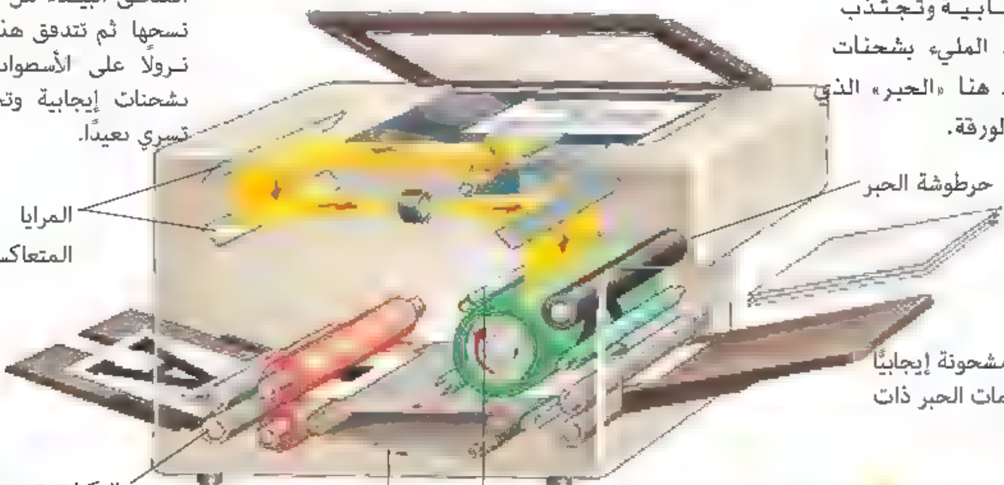
وميض الصاعقة
تشكل الصاعقة طريقة لتحرير الطاقة الكهربائية التي تتراكم داخل السحاب الحامل للبرق والرعد إنها شرارة عملاقة تفريغ كهربائي.

استخدام الكهرباء الساكنة

تستخدم آلات التصوير الطاقة الساكنة وتجاذب الشحنات المتضادة. فإن الأسطوانة الدوارة المغلفة بمادة ما، التي تتيح سريان الكهرباء عندما يسطع الضوء عليها، تكون مشحونة ايجابيًا بالكهرباء الساكنة. ويسطع الضوء المنبعث من المناطق البيضاء من الورقة المطلوب نسخها، على الأسطوانة وتبتعد الشحنة. أما المناطق السوداء فتحتفظ بالشحنة الإيجابية وتجتذب المسحوق الأسود المليء بشحنات سلبية، والمقصود هنا «الحبر» الذي ينتقل عندئذٍ إلى الورقة.



1 انعكاس الصورة
تنعكس الإشعاعات الضوئية على المناطق البيضاء من المادة المراد نسخها ثم تتدفق هذه الإشعاعات نزولًا على الأسطوانة المشحونة بشحنات إيجابية وتجعل شحنتها تسري بعيدًا.



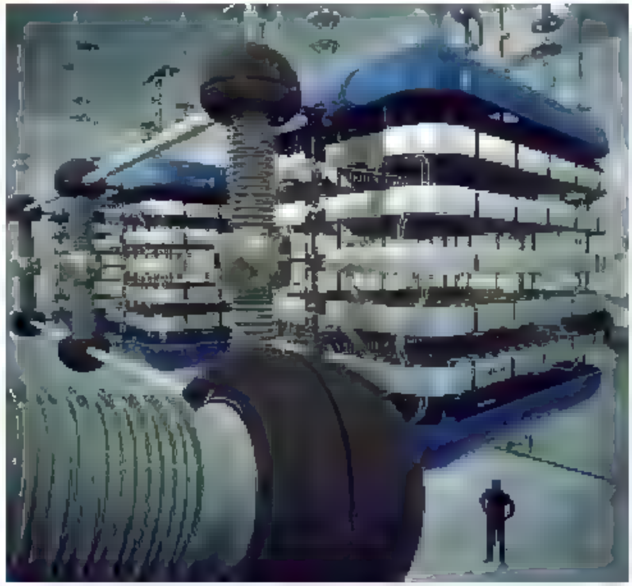
2 - تحول الحبر
تجتذب المناطق المشحونة إيجابيًا من الأسطوانة جسيمات الحبر ذات الشحنات السالبة.







انظر أيضًا: الطاقة الكهربائية ص48، مغناطيسية عجيبة ص60



الشحنات العملاقة

في إمكان أدوات البحث العلمية مثل مولدات Van der Graaf إنتاج كميات ضخمة من الشحنات الساكنة تقاس بمليارات الفولتات. تخترق هذه الشحنات المواد أو الأدوات من أجل دراسة التأثيرات، أو تُمنح للذرات والجسيمات الأخرى من أجل دفعها على الانتقال بسرعة كبيرة.



كل نسخة تحتاج إلى الأسطوانة حتى يتم شحنها

حبر التصوير

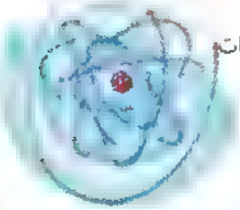
تنصهر الجسيمات الحساسة جدًا على الحرارة بالورقة بفعل البكرات الساخنة. في هذه الأثناء، تُشحن الأسطوانة مجددًا وتصبح جاهزة لطباعة النسخة الثانية

اكتشاف علمي

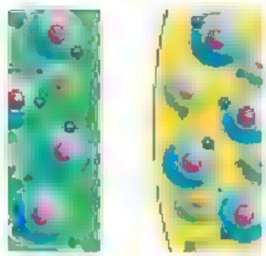
صنع المحامي الأميركي تشاستر كارلسون (1906-1968) عام 1938 أول آلة تصوير. سمّى طريقته التصوير الجاف xerography وهي كلمة مشتقة من كلمة xeros اللاتينية وتعني الجاف، وكلمة graphos ومعناها الكتابة. كانت الكتابة آنذاك تتم بالحبر ورطبة جدًا في البداية. وكانت هذه النسخ الأولى تستغرق ساعة عمل أو أكثر، لكنها شكلت وثائق مهمة لأنها نسخ طبق الأصل بحيث يمكن استخدامها في المحاكم. وقد تتضمن الوثائق المنسوخة بخط اليد أخطاء.



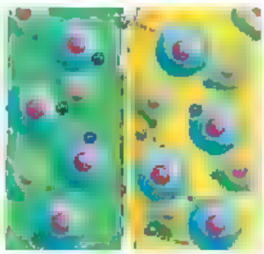
الشحنة المنفصلة



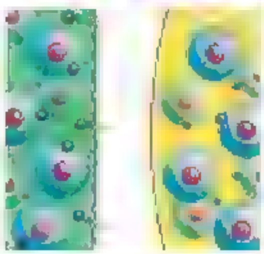
يؤدي الفرك أو الاحتكاك إلى تحريك الإلكترونات. يمنح هذا المادة شحنة إيجابية وأخرى شحنة سلبية. تبقى الشحنات ساكنة على أسطح المواد حتى تجد ممرًّا لتسري فيه فجأة وتفرغ شحنتها. في إمكان الشحنة الساكنة جذب الأشياء بعضها إلى بعض أو تفرقتها لأن الشحنات المتضادة (مثل المغناطيس) ينجذب بعضها إلى بعض والشحنات المتشابهة يبتعد بعضها عن بعض.



تقترب المادتان بعضهما من بعض وتحتوي كل مادة منهما على ملايين الذرات وكل ذرة تمتلك نواة مركزية (باللون الأحمر) يدور حولها إلكترون واحد أو أكثر. يبقى الإلكترون السلبي قرب نواته بفعل القوة الكهربائية الساكنة (إلكتروستاتيك) لأن الشحنات المتضادة ينجذب بعضها إلى بعض



تعطي طاقة الفرك أو الاحتكاك الإلكترونات طاقة إضافية، تسمح لبعضها بالإفلات من نواتها والذهاب في حال سبيلها، لتصبح «شحنات منفصلة». تمر بعض الإلكترونات أو تنتقل من مادة إلى أخرى.



اكتسبت مادة ما إلكترونات إضافية وأصبحت مليئة بالشحنات السالبة، وفقدت أخرى الإلكترونات وأصبحت مليئة بالشحنات الإيجابية. وبهذه الطريقة تبقى الشحنات على أسطح المواد (في المعادن، تتمكن الشحنات من التمدد والتوزع باتجاه العرض)



مخازن الشحن

تحتوي التيارات الإلكترونية في الأجهزة العالية الدقة وأجهزة الكمبيوتر والتلفزيونات آلات صغيرة بحجم رأس الإصبع تسمّى «مكثفات التدفق» (تبدو هنا باللون البني الفاتح). تستخدم هذه الآلات لتخزين الشحنة الكهربائية الساكنة التي قد تتحرر كلها دفعة واحدة في لحظة ما أو تنطلق بخطوات منتظمة.

جريان الكهرباء

عندما تضيء لمبة، تستخدم بذلك الكهرباء الجارية في الأسلاك، مثلما تجري المياه في الأنابيب. تدعى الكهرباء الجارية وتتكون من ملايين الإلكترونات التي تتدفق في الأسلاك أو عبر مكوّنات إلكترونية أخرى. لا تنتقل هذه الإلكترونات في السلك وحدها، بل يجب دفعها إلى الحركة من خلال إحداث فرق في الحالة الكهربائية، يدعى فرق الجهد، وينتج إما من بطارية أو من محطة توليد طاقة. يستخدم التيار الكهربائي لتشغيل أنواع الآلات كافة في منازلنا ومدارسنا وأماكن عملنا.

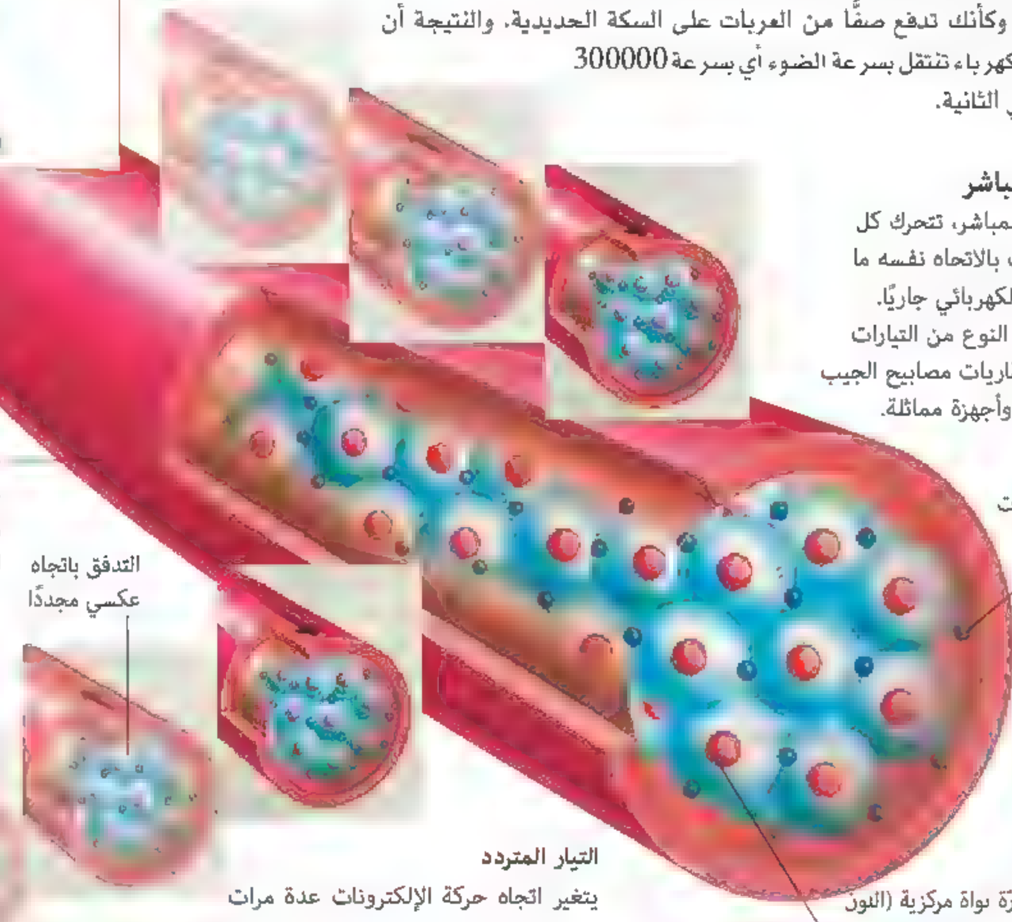
اكتشاف علمي

دعم المهندس نيكولا تسلا (1856 1943) الاستخدام المتوافق عليه اليوم التيار المتردد الخاص بمعظم التصيقات العمية وفي عام 1888، صنع هذا العالم أول محرك حثي له، وهو المحرك المستخدم في عدد كبير من الآلات والأجهزة المنزلية كما اخترع نوعًا من المحوّلات، وهو ملف تسلا الذي يولّد جهدًا عاليًا حارًا ويتم استخدامه في تقنية اللاسكي



داخل السلك الكهربائي

يتكوّن التيار الكهربائي من مليارات الإلكترونات المنفصلة عن ذراتها والتي تجري على امتداد السلك الكهربائي. «تقفز» الإلكترونات من ذرة إلى أخرى متنقلة في دفعات صغيرة النطاق. أما الإلكترونات المنفردة فتتحرك أجزاء من الميليمترات في كل ثانية. لكنها تملك تأثيرات متتالية على امتداد السلك الكهربائي وكأنك تدفع صفًّا من العربات على السكة الحديدية. والنتيجة أن تأثيرات الكهرباء تنتقل بسرعة الضوء أي بسرعة 300000 كيلومتر في الثانية.



التيار المباشر

في التيار المباشر، تتحرك كل الإلكترونات بالاتجاه نفسه ما دام التيار الكهربائي جاريًا. وينشأ هذا النوع من التيارات بوساطة بطاريات مصابيح الجيب والسيارات وأجهزة مماثلة.

التيار المتردد

يتغير اتجاه حركة الإلكترونات عدة مرات في كل ثانية. تتحرك الإلكترونات باتجاه واحد ومن ثم باتجاه آخر وهكذا دواليك.

انظر أيضًا: الطاقة الكهربائية ص 48، الكهرباء من المواد الكيميائية ص 54



لإلكترونات تأثير غير مباشر في السلك بكامله

إبقاء الكهرباء في كابلات الكهرباء

تمر الكهرباء أو تتدفق بسهولة في المواد ولا سيما المعادن التي تشكل الأسلاك الكهربائية. لكنها تتوقف عبر مواد أخرى مثل البلاستيك. لهذا السبب تغلف معظم الأسلاك والكابلات بالبلاستيك، وهو يسمّى المادة العازلة للكهرباء



الكابلات الكهربائية

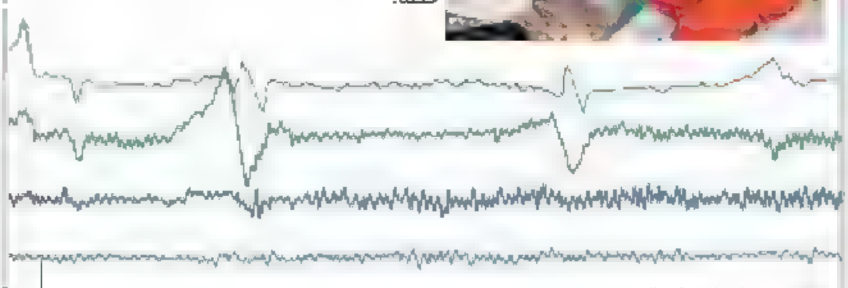
تُرفع كابلات الطاقة الكهربائية على أبراج أو عواميد الكهرباء وتدفن تحت الأرض في المواسير والأسلاك الكهربائية. وليس ذلك فحسب إذ يمكن أيضًا أن تُمدّ تحت قعر البحر عبر كابلات السفن التي تربط بلدًا بآخر على بعد آلاف الكيلومترات. تُمدّ كابلات مماثلة لهذه لنقل الرسائل الهاتفية والمواصلات الإلكترونية ولكن في إمكان الزلازل الواقعة تحت قاع البحار أو تيارات المواد السريعة التدفق في قاع البحر المسماة التيارات العكرة أن تقطع هذه الكابلات.

كهرباء الجسم

تخترق الجسم تيارات كهربائية متناهية الصغر على الدوام. يشكل بعضها إشارات عصبية تدور حول الدماغ، من أعضاء الحواس، مثل العينين، إلى الدماغ، ومن الدماغ إلى العضلات كما أن العضلة تُنشئ نبضات كهربائية عندما تتقلص لتُحدث الحركة. ومن الممكن رصد النبضات الكهربائية الضعيفة المنبعثة من الدماغ عبر الجلد بوساطة مجسّات تظهر على شاشة أو على محطط ورقي. أما الماكينة التي تقوم بهذا فهي جهاز التصوير الشعاعي للدماغ.



لا يسبب الخضوع للتصوير الشعاعي للدماغ أي ألم. فالمجسّات التي تلصق على جلد الرأس تكشف الإشارات الكهربائية الضعيفة التي تأتي بشكل طبيعي ومستمر من الدماغ وتظهر أشكال الإشارات ما إذا كان الدماغ صحيًا أم أنه يعاني خطبًا.



تظهر خطوط ماكينة EEG "الموجات الدماغية"

خطوط متعرجة رفيعة تشير إلى الإشارات العصبية الكهربائية.

الحروف الكهربائية

يستخدم مهندسو الكهرباء ومصمّمو الدوائر الكهربائية أنواعًا كثيرة من الرموز والأحرف لوصف خصائص الكهرباء المختلفة مثل القوة أو الكمية.

A الأمبير: هو وحدة يقاس بها عدد أو كمية التيار الكهربائي.

AC التيار المتردد، عندما يغير التيار مساره بسرعة ذهابًا وإيابًا.

C مجموع الشحنة الكهربائية المخزّنة في الكولومب (وحدة لقياس الكمية الكهربائية)

DC التيار المباشر أي عندما يبقى اتجاه التيار على حاله.

EMF القوة الكهروحركية وقوة الدفع في الكهرباء تقاس بالفولتات.

F مجموع السعة الكهربائية تقاس بالفارادات.

HZ قياس سرعة شيء ما بالهرتز

J مجموع الطاقة أو العمل وهي تقاس بالجول.

KWH كيلواط في الساعة: أي كم ألف واط يُصنّع أو يُستهلك في الساعة.

P.D. الجهد الكهربائي الكامن أي قوة دفع الكهرباء وهي تقاس بالفولت.

V الفولت: وحدة تقاس فيها قوة الدفع الكهربائية.

W الواط: وحدة قياسية للقوة بما في ذلك القوة الكهربائية

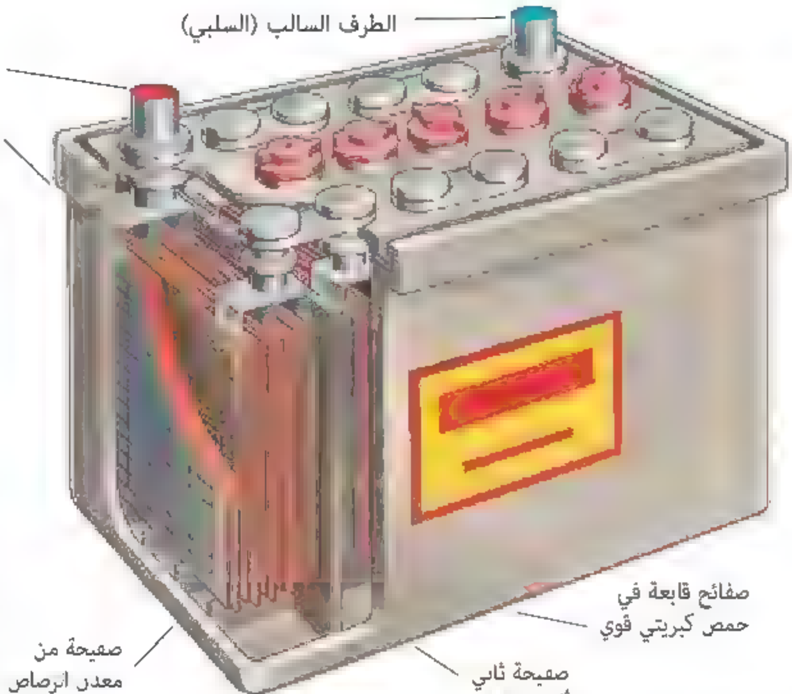
Ω الأوميغا هي لقياس كم تقاوم المادة مرور الكهرباء

الكهرباء الناجمة عن المواد الكيميائية



تسمّى أصغر وحدة لصنع الكهرباء «خلية»، وهي تولّد الكهرباء من خلال تفاعلات كيميائية وتعمل كالمضخة في دفع الإلكترونات داخل الأسلاك الكهربائية. تملك البطاريات وحدتين خلويتين أو ربما أكثر، وتشكل بعض أنواع البطاريات، كبطارية السيارة صفًّا أو «بطاريات» ذات خلايا مفردة، ومن هنا يطلق اسم «البطارية» الشائع على الخلايا المفردة والكثيرة. وفي الخلية الأولية، عند إنتاج الكهرباء، تنفد المواد الكيميائية ببطء. وفي النهاية، تنفد البطارية من المواد الكيميائية فتعجز عن توليد الكهرباء مجددًا. وفي خلية ثانية، يمكن إعادة تعبئة الخلية الكهربائية عبر شحنها من جديد.

الحيوان الكهربائي
تنتج العضلات إشارات كهربائية متناهية الصغر عندما تعمل في الإنقليس الكهربائي. تشكّل هذه العضلات كتلًا كبيرة في الجسم تولّد موجات كهربائية قوية، يصل جهده الكهربائي إلى مئات الفولتات.



بطاريات السيارة

وتسمى أيضًا المركم ويمكن إعادة شحنها. ويمكن حفظ التفاعل الكيميائي المسؤول عن توليد الكهرباء من خلال إعادة وصل البطارية بالكهرباء، وهكذا يمكن استخدامها مجددًا. في السيارات، يتم الشحن بوساطة جهاز متردد يديره محرك السيارة. تملك معظم السيارات 6 خلايا كهربائية يتصل بعضها ببعض، وتملك كل خلية مخرجًا ذا جهد يبلغ 2 فولت. تتألف كل خلية كهربائية من صفائح من الرصاص ومن صفائح ثاني أكسيد الرصاص ومن الحمض الكبريتي. وتتولد الكهرباء من التفاعلات التي تحدث بين الصفائح والحمض الكبريتي.

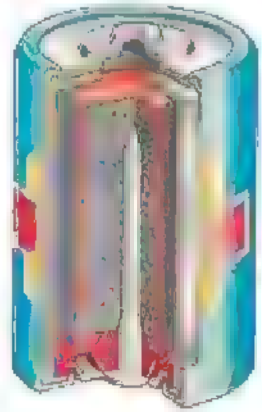
كيف تعمل الخلية الكهربائية؟

تذوب المواد مثل الأحماض في الماء لتكوّن إيونات إيجابية الشحنة وإيونات سالبة الشحنة. يطلق على الإيونات السالبة اسم كاتيون في حين يطلق على الإيونات الموجبة الأنيون. في الخلية الكهربائية، تشكّل الإيونات السالبة والموجبة قطبي البطارية، اللذين يجذبان إيونات مختلفة الشحنة تولد تيارًا كهربائيًّا.

كيف تعمل الخلية؟



انظر أيضًا: الطاقة الكهربائية ص 48، الدوائر الكهربائية ص 56



الخلية الكهربائية الجافة

تحتوي الخلايا الكهربائية الجافة على معجون المحلول الكهربائي لا على المحلول الكهربائي السائل المتواجد في بطارية السيارة. تمتلك الخلية الجافة الطويلة الأجل أو القلوية خيطًا من الأنود (الطرف الإيجابي) ومحلولاً كهربائيًا من الزنك المسحوق في معجون.



الخلية الصغيرة من الزئبق والزنك

تستخدم الخلية الصغيرة في الساعات والكاميرات والآلات الحاسبة وسماعة الأذن وأجهزة صغيرة مماثلة. يتألف الأنود من مسحوق الزنك والكاثود من أوكسيد الزئبق. تنتج معظم أزرار الخلية الكهربائية نحو 1.4 فولتات.

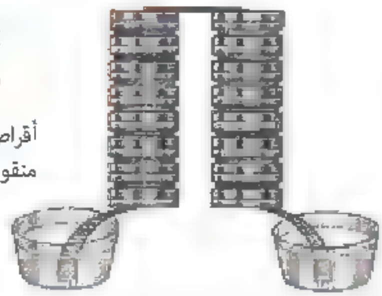


البطارية القابلة للشحن أو الخلية الكهربائية الجافة NiCad
تقوم الخلية الجافة الثانوية أو القابلة للشحن على معدن النيكل Ni ومعدن الكادميوم Cd، ومن هنا تحمل اسم NiCad.

اكتشاف علمي

في عام 1800، اكتشف الكونت الإيطالي ألساندرو فولتا (1745-1827) أن في إمكان المعدنين المختلفين المفصولين بمواد كيميائية رطبة توليد الشحنة الكهربائية. كانت هذه الخلية الكهربائية الأولى. كوّم الخلايا الكهربائية بعضها فوق بعض ليصنع أول بطارية حقيقية سمّيت «العمود الفولتائي». وعندما وصل سلكًا كهربائيًا من رأس الكومة بسلك كهربائي في أسفلها تولدت شرارات كهربائية.





أجهزة تنظيم نبضات القلب

لا تعمل النبضات الكهربائية التي تجعل القلب يخفق طبيعيًا كما يجب أحيانًا. ولحل هذه المشكلة يوضع للمريض جهاز لتنظيم القلب يحفز القلب لتنتظم ضرباته بمعدل نبضة في الثانية. وعادة يتحرك هذا الجهاز بقوة البطاريات التي تدوم خمس سنوات وأحيانًا 12 سنة. يعرف جهاز تنظيم النبضات الاصطناعي متى يعجز القلب عن القيام بخفقاته الكهربائية ويعمل على ملء الفراغ.



تظهر الصورة السينية هذه جهازًا اصطناعيًا لتنظيم نبضات القلب (بالأزرق)، زُرع تحت جلد مقدمة الصدر. يقع القلب تحته مباشرة، تحت أضلاع القفص الصدري.

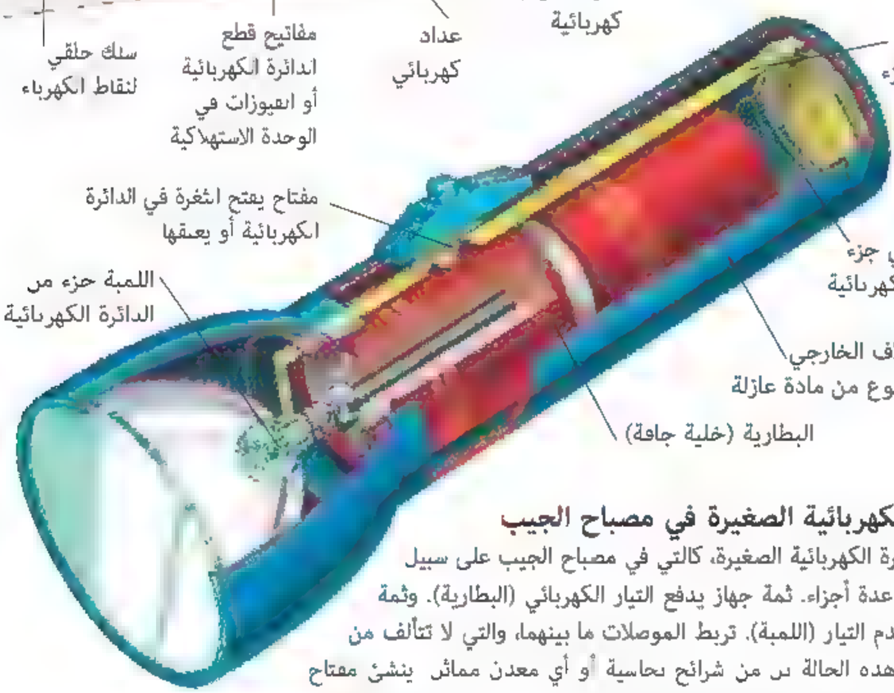
الدوائر الكهربائية



في بعض المواد التي تسمّى موصلات، يسهل على الإلكترونات أن تترك ذراتها ويصبح في إمكانها التحرك بحرّية. وهذا يتيح للكهرباء بالمرور عبرها بسهولة. في بعض المواد الأخرى مثل العوازل، تنحصر الإلكترونات بإحكام في ذراتها. وهذا ما يوقف الكهرباء عن المرور بسهولة. يسمّى الطريق الذي يتخذه التيار الكهربائي عند مروره بالدائرة الكهربائية. ولا يسير التيار إلا إذا كان الطريق غير مقطوع أي إذا كانت الدائرة كاملة. ولكن في حال تخلّلت الدائرة ثغرة بسبب الهواء أو بسبب أي مادة عازلة أخرى، فلن تستطيع الكهرباء السير. يشكل مفتاح الوصل جهازًا يصنع ثغرة أو يزيلها. يسمح لنا هذا المفتاح بتشغيل الدائرة الكهربائية أو قطعها.

الدوائر الكهربائية في المنزل

تصل الكهرباء إلى المنزل من خلال أسلاك كهربائية موصولة بلوحة مفاتيح كهربائية تسمّى أحيانًا «صندوق المصاهر». ومن صندوق المصاهر، تتفرع الأسلاك الكهربائية إلى عدة فروع أو دوائر كهربائية تسمّى خطوط توزيع الكهرباء الرئيسية، بعضها مخصص للإضاءة وبعضها مخصص لنقاط الكهرباء الموجودة في مقابس الجدران. يتألف أحد خطوط التوزيع الرئيسية من سلك يلتف حول المنزل ليصل إلى جميع المقابس واحدًا تلو الآخر، ومن ثمّ يمتد عائدًا إلى وحدة المستهلك. وهذا ما يسمح للكهرباء بالوصول إلى المآخذ عبر سيرها في كلا الطريقين في خط التوزيع الرئيسي، على امتداد الأسلاك الكهربائية. وهو ما يساعد على اقتسام الطلب على الكهرباء حول الخطين وتجنب مشكلة تحميل الأسلاك الكهربائية أكثر من طاقتها.



الدائرة الكهربائية الصغيرة في مصباح الجيب

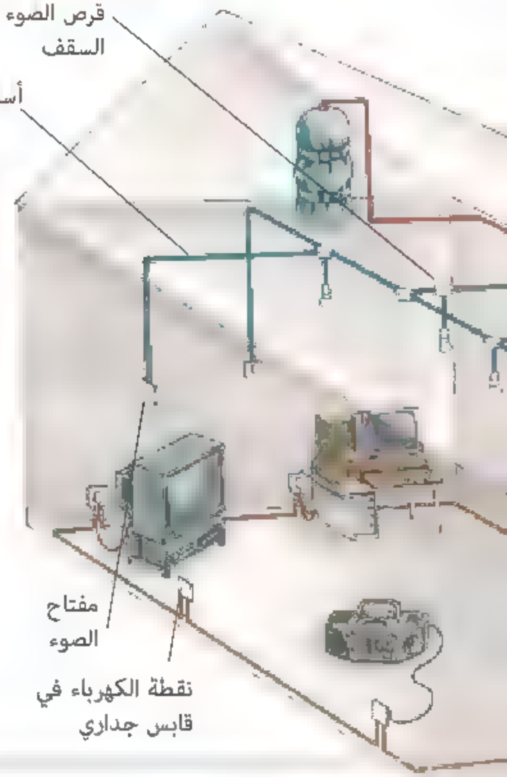
تتألف الدائرة الكهربائية الصغيرة، كالتي في مصباح الجيب على سبيل المثال، من عدة أجزاء. ثمة جهاز يدفع التيار الكهربائي (البطارية). وثمة شيء يستخدم التيار (اللمبة). تربط الموصلات ما بينهما، والتي لا تتألف من أسلاك في هذه الحالة بل من شرائح نحاسية أو أي معدن مماثل. ينشئ مفتاح الوصل ثغرة في الدائرة الكهربائية ليوقف تدفق الكهرباء ويطفئ مصباح الجيب.

اكتشاف علمي



بيّن جورج سيمون أوم (1789 - 1854) أن جميع الموصلات الكهربائية، وحتى تلك المصنوعة بأفضل المعادن، تقاوم تدفق الكهرباء إلى حد ما. ولقد سمّيت وحدة قياس المقاومة الكهربائية «أوم» تيمنًا باسم هذا العالم ويفيد قانون أوم بأن التيار الكهربائي الذي يتدفق في الموصل، الذي يقاس بالأمبير، يتوافق مع فرق الجهد فيه، الذي يقاس بالفولت
الفولت = أمبير X أوم

انظر أيضًا: الطاقة الكهربائية ص 48، التيار الكهربائي ص 52



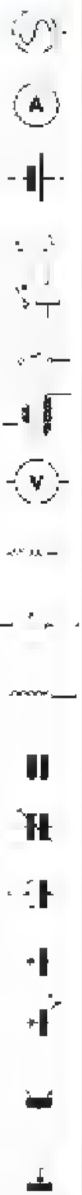


الكثير من المقاومة

تصنع الكابلات الكبيرة التي تنقل الكهرباء عبر البلد من خليط معدني، وذلك من أجل الجمع بين القوة والمقاومة الضعيفة. ونتيجة المقاومة لا تختفي الطاقة الكهربائية فحسب، بل إنها تتحول إلى حرارة. لهذا السبب تكون مقاومة السلك الكهربائي الرقيق في اللمبة عالية جدًا. ويجب أن تندفع الكهرباء بقوة حتى تصل إليها. وهو ما يؤدي إلى تسخين السلك الكهربائي الرقيق حتى يتوهج بضوء أبيض ساطع.

رموز الدائرة الكهربائية

من أجل توفير الوقت وتفادي الارتباك، جرت صياغة رموز صغيرة لمخطط الدائرة الكهربائية تمثّل العناصر المتعارف عليها. هذا واحد من نماذج العلامات والرموز العلمية العالمية.



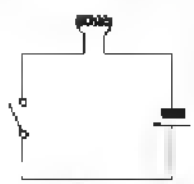
- التيار المتردد AC
- (يقيس التيار الكهربائي)
- خلية كهربائية
- فيوز
- مفتاح يعمل بالمغناطيسية
- مفتاح
- محول
- مقياس الفولتية يقيس فرق الجهد
- مقاوم التيار الكهربائي
- مقاوم التيار المتغير
- ملف (ملف لولبي)
- مكثّف كهربائي (يحزن الحرارة)
- مكثف إلكتروليتي
- مكثف تحليلي كهربائي
- ديود
- ديود باعث للضوء
- ترانزستور ثنائي القطب
- ترانزستور أحادي القطب

أنواع الدوائر الكهربائية

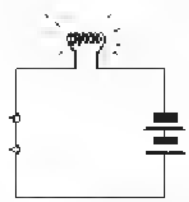
تتنوع طرق وصل العناصر والأسلاك معًا من أجل إنشاء الدوائر الكهربائية. في دائرة كهربائية متسلسلة، يتصل بعض العناصر ببعض، الواحد تلو الآخر. فإذا أخفق عنصر ما أو أزيل، تنقطع الدائرة الكهربائية ولن يعمل أي شيء. في دائرة موازية، يكون لكل عنصر دائرة كهربائية صغيرة خاصة به، وهكذا إن أخفقت العناصر الأخرى، تبقى الدائرة الكهربائية عاملة



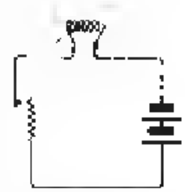
- لمبة الضوء
- خلية (بطارية)
- ترانزستور متغير



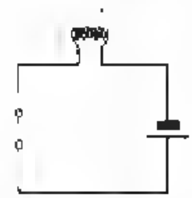
المفتاح الكهربائي مفتوح لا يجري التيار



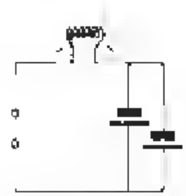
خلية إضافية في السلسلة التيار يعمل بشكل مضاعف



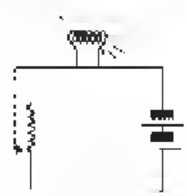
مقاومة متغيرة إلى أقصى حد



المفتاح الكهربائي مغلق - التيار يجري



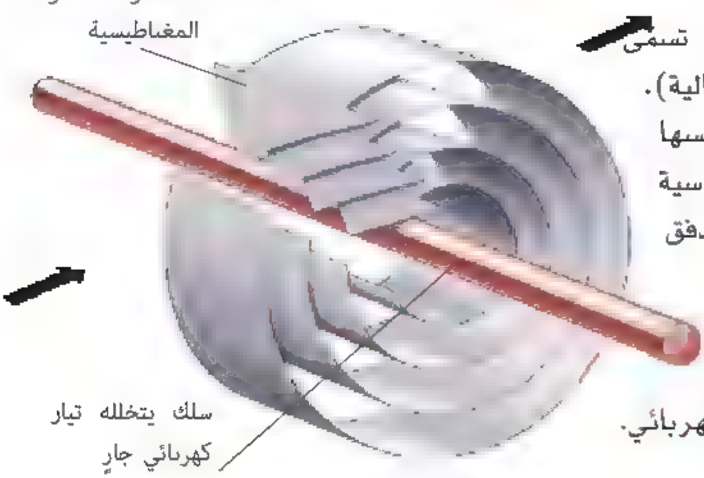
في الدائرة المتوازية - التيار نفسه يدوم لوقت طويل بشكل مضاعف



مقاومة متغيرة إلى أدنى حد

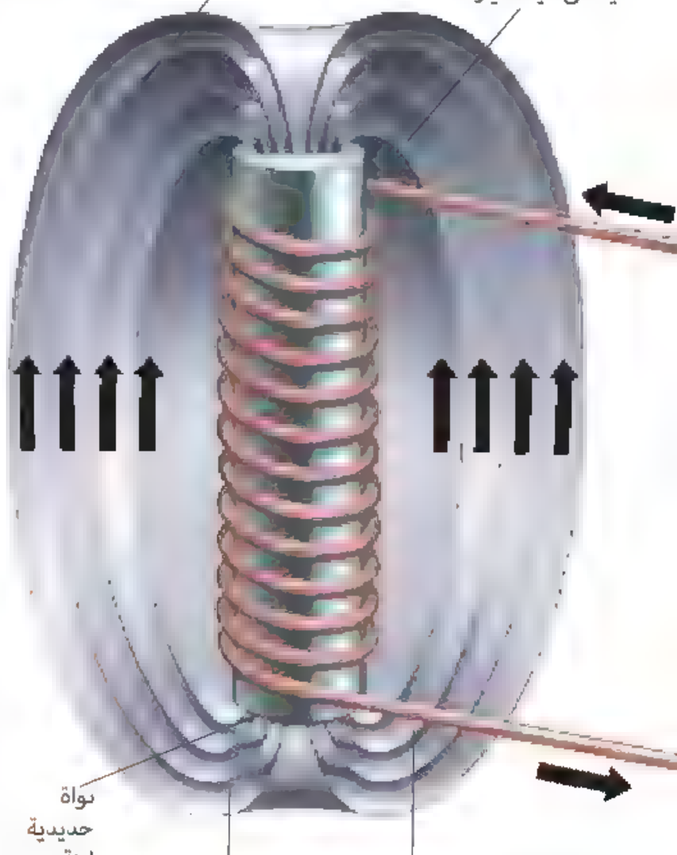
الكهرباء تشكل المغناطيسية

ترتبط الكهرباء بشكل وثيق بقوة طبيعية غير مرئية تسمّى «المغناطيسية» (المفسرة بالتفصيل في الصفحات التالية). والواقع، أن الكهرباء والمغناطيسية هما وجهان للقوة نفسها التي يعدّها العلم الحديث من إحدى القوى الأربع الأساسية في الكون أجمع، وهي الكهرومغناطيسية. عندما تتدفق الكهرباء في موصل كهربائي، كسلك مثلًا، تنتج حقلًا مغناطيسيًّا غير مرئي حول السلك. وهذا ما يعرف بالتأثير الكهرومغناطيسي. يسمّى المغناطيس المصنوع بهذه الطريقة، بتدفق الطاقة الكهربائية، المغناطيس الكهربائي.



القوة غير المرئية

يذهب الحقل المغناطيسي أو القوة المحيطة بسلك ناقل للكهرباء باتجاه دائري ملتفًا حول السلك.

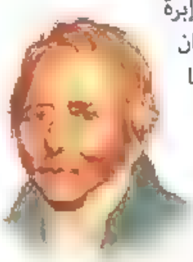


المغناطيس الكهربائي

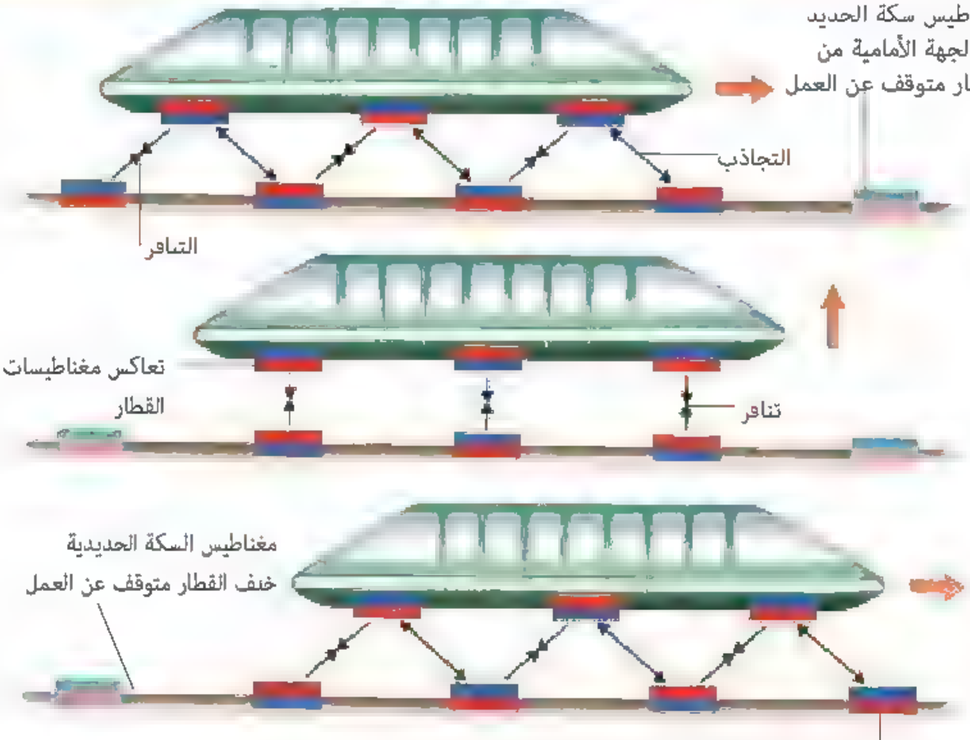
يتألف المغناطيس الكهربائي من ملف ذي سلك مغطى بالبلاستيك يحيط قضيبًا حديديًّا، وهو ما يعرف بالنواة. ينتج ملف السلك أو الملف اللولبي حقلًا مغناطيسيًّا قويًّا أكثر مما يفعل سلك مستقيم. يتصل السلك بمصدر كهربائي مثل البطارية. وما إن نشغّل التيار الكهربائي، حتى يصبح القضيب الحديدي مغناطيسًا قويًّا جدًّا. عندما نقطع التيار الكهربائي، يختفي الحقل المغناطيسي. تستخدم معظم أنواع المغناطيس الكهربائية الحديد اللين في النواة لأنه يفقدها قوتها المغناطيسية حالما تنقطع الكهرباء. أما النواة الفولاذية الصلبة فتحفظ لها قوتها المغناطيسية لبعض الوقت.

اكتشاف علمي

في عام 1820، لاحظ العالم الدانماركي هانس كريستان أورستد (1777-1851) أن السلك الذي يمر فيه تيار كهربائي، يعمل كمغناطيس، محركًا الإبرة على بوصلة مغناطيسية قريبة. تشكل إبرة البوصلة مغناطيسًا متناهي الصغر وفي إمكان المغناطيسات جذب بعضها بعضًا أو دفع بعضها عن بعض. أدرك أورستد أن التيار الكهربائي كان ينتج طاقة مغناطيسية، وكان بذلك أول من اكتشف التأثير الكهرومغناطيسي. وسرعان ما أخذ عدد كبير من العلماء الآخرين باختبار التأثير الكهرومغناطيسي.



انظر أيضًا: التيار الكهربائي ص 52، الحقل المغناطيسي العجيب ص 60



1 - على امتداد الخط
يولّد المغناطيس الكهربائي في القطار وسكة الحديد قوة سحب (جذب) وقوة دفع (تنافر) يحثان القطار على التقدم.

2 - في الأعلى
المغناطيسات الكهربائية في القطار تعكس الحقل المغناطيسي لبرهة من الزمن لتوليد قوى قوية لإبقاء القطار في الأعلى.

3 - على امتداد الخط
تعكس المغناطيسات الكهربائية في القطار حقلها المغناطيسي مجددًا لتدفع القطار إلى التقدم، ويجري هذا باستمرار لعدة مرات في كل ثانية.

القطارات المغناطيسية

تستخدم المغناطيسات الكهربائية بدلًا من العجلات في بعض القطارات. إذ يطفو هذا النوع من القطارات على علو بضعة سنتمترات من السكة الحديدية، مدفوعًا نحو الأعلى بوساطة قوة مغناطيسية وليدة المغناطيسات الكهربائية. يسمّى هذا النوع من القطارات «ماغليف» أي العوم المغناطيسي. ثمة إصدارات كثيرة لهذه القطارات. إلا إن معظمها يعاني مشكلات عملية، ككلفة تركيب السكة الحديدية المخصصة التي تحتوي على قوة كهرومغناطيسية وصيانتها.



هادئ وسريع

قطار ماغليف هادئ وسريع. لا يصدر ضجيجًا من العجلات إذ لا يمس أي جزء من القطار السكة الحديدية، كما أن الاحتكاك بالسكة لا يعيق هذا القطار. لكن نظام قطار ماغليف يستهلك كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية ويعتمد على دوائر التحويل الكهربائي المعقدة. غير أن بعض مشاريع قطار ماغليف التي يجري العمل عليها اليوم قد تساعد على جعل هذا النوع من وسائل النقل أكثر شيوعًا.

فرز المعادن

يتم استخدام الحقل الكهرومغناطيسي في مكب الحردوات لالتقاط بعض الأشياء من أكوام النفايات المختلطة ونقلها. يجذب المغناطيس الحديد وكذلك الفولاذ (الذي يتألف في معظمه من الحديد) والنيكل والكوبالت. ويكون المغناطيس الكهربائي متصلًا برافعة.



الحقل المغناطيسي العجيب

احمل مغناطيسًا بالقرب من باب البراد. يمكنك أن تشعر به ينجذب باتجاه الباب. إذا أفلته، سيلتصق بالباب. إلا أنه لا يلتصق بقطعة بلاستيكية أو بنافذة زجاجية أو بقطعة خشبية. ولا تزال القوة المغناطيسية لغزًا، على الرغم من أن الإنسان عرف بشأنها منذ أكثر من ألفي سنة. ويبدو أن المغناطيسية مرتبطة بطريقة ما بمجموعات من الذرات تسمى «نطاقات». في المواد غير المغناطيسية، تتجه «النطاقات» في الاتجاهات كافة ويلغي بعضها بعضًا. أما في المواد المغناطيسية فتتجه «النطاقات» باتجاه واحد وقواها المغناطيسية وتتزايد قدراتها المغناطيسية. يجذب المغناطيس بشكل أساسي المواد الحديدية، أي التي تحتوي على الحديد.



الحقول المغناطيسية

يحيط كل مغناطيس حقل مغناطيسي غير مرئي، وهو المساحة التي تعمل فيها قوته المغناطيسية. يمنحك شكل خطوط الطول والعرض في الكرة الأرضية فكرة عن صورة هذا الحقل المغاطيسي. وتشير خطوط القوة هذه إلى أن الحقل المغناطيسي يقوى بالاقتراب من المغناطيس، إلا أنه يضعف بابتعاده. وتكون القوة المغناطيسية في ذروة قوتها عند نقطتين تسميان القطبين، وتقعان عادةً في طرفي المغناطيس القضيبي الشكل. يسمّى هذان القطبان القطب الشمالي والقطب الجنوبي نسبةً إلى قطبي الكرة الأرضية اللذين ينجذبان إليهما. يخالفان تجاذب القطبين ويشبهانهما في تنافرهما.

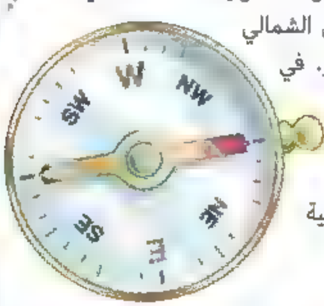
إيجاد الطريق

تتجه إبرة البوصلة باتجاه القطب المغناطيسي الشمالي والقطب المغناطيسي الجنوبي من الأرض. ويحدث هذا لأن إبرة البوصلة تشكل مغناطيسًا رقيقًا صغيرًا في حين أن الأرض تشكل مغناطيسًا عملاقًا وبناء عليه تتحرك إبرة البوصلة بحسب الحقل المغناطيسي للأرض. وتكون إبرة البوصلة متوازنة عند نقطة دقيقة ما يجعلها ذلك تدور بسهولة. يبعد القطب المغناطيسي الشمالي عن القطب الشمالي الحقيقي نحو 1600 كيلومتر. في حين أن القطب المغناطيسي الجنوبي يبعد من القطب الجنوبي الحقيقي نحو 2400 كيلومتر لكن قطبي الأرض المغناطيسيين يتحركان في كل سنة بضعة سنتمترات وقوة الأرض المغناطيسية تتغير شيئًا فشيئًا مع الزمن.



إبرة البوصلة متجهة نحو الشمال

الشمال أو الطرف الباحث الشمالي من إبرة البوصلة



استدارت قاعدة البوصلة لتشير إلى الشمال بالتوافق مع خط إبرة البوصلة المتجهة نحو الشمال

انظر أيضًا: الكهرباء تشكل المغناطيسية ص 58

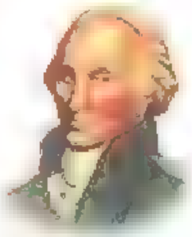




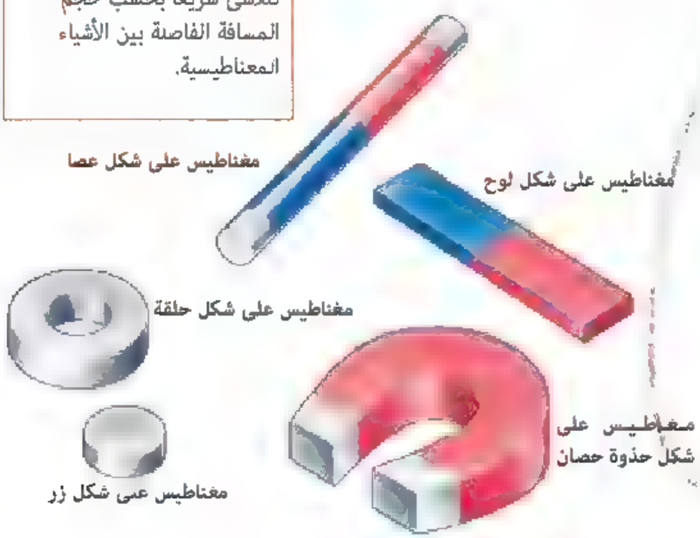
الحيوانات المغناطيسية

تستخدم السفن والمراكب البوصلة المغناطيسية لمساعدة طاقمها على الإبحار في المحيط عديم المعالم. كما أن بعض الحيوانات مثل الحيتان والدلافين والسلاحف البحرية، والعصافير مثل الحمام والسنونو والإوز واللقلق، تستخدم أيضًا حقل الأرض المغناطيسي لمساعدتها على إيجاد وجهتها وطريقها في أثناء رحلاتها الطويلة. لا يعرف العلماء كيف ترصد هذه الحيوانات الحقل المغناطيسي. ولكن يعقل أن تكون متصلة من داخلها أو من جزء قريب من الدماغ بحسيمات معدنية صغيرة جدًّا تحتوي على الحديد، وهو ما قد يشكل لها «بوصلة حية».

اكتشاف علمي



كان شارلز كولومب (1736 - 1806) مهندسًا عسكريًا انتقل إلى مجال العلوم الفيزيائية عام 1791. درس قوى التجاذب والتنافر التي يولدها المغناطيس والأجسام ذات الشحنات الكهربائية الساكنة. ولقد قام باختراع ميزان اللّي الذي يقوم على فتل قطعة قاسية من السلك، فيتمكن هذا الميزان من قياس القوى الصغيرة بدقة. ولقد استخدم هذا لتطوير قانونه الذي أثبت أن القوى المغناطيسية تتلاشى سريعًا بحسب حجم المسافة الفاصلة بين الأشياء المغناطيسية.

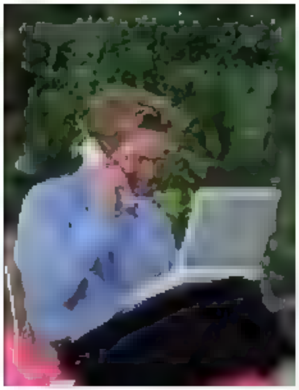


أشكال المغناطيس

يمكن تصنيع المغناطيس بأشكال مختلفة. فهناك المغناطيس على شكل لوح طويل ورفيع، والمغناطيس الشبيه بحذوة الحصان مقوس كالحذاء المعدني في حوافر الأحصنة. ويمكن أيضًا تصنيع المغناطيس على شكل حلقة أو أسطوانة رقيقة كأقلام الرصاص. وقد يضم المغناطيس على شكل حلقة قطبًا داخل الحلقة وآخر خارجها.

الاتصالات

تتيح أجهزة الاتصالات الحديثة النفاذ الفوري تقريبًا إلى أي معلومة في أي مكان في العالم. يستخدم معظم العمل الكهرباء والمغناطيسية وبعضها يستخدم الضوء أيضًا. تعتمد الهواتف والتلفزيونات على تحويل الصوت أو الصورة إلى إشارات كهربائية تُرسل عبر الأسلاك على مسافة بعيدة وبأقصى سرعة، أي بسرعة الضوء التي تصل إلى 300000 كيلومتر بالثانية. وفي الإمكان أيضًا تحويل المعلومات من إشارات كهربائية إلى ذبذبات من الموجات الألكترومغناطيسية (ضوء اللايزر) وتُرسل عبر كابلات من ألياف بصرية أو تتحول إلى موجات لاسلكية وتُرسل إلى شبكات محلية أو إلى أقمار اصطناعية ومن ثم تعود إلى الأرض. يجب تحويل الضوء أو الإشارات اللاسلكية إلى إشارات كهربائية قبل التمكن من إعادة تحويلها إلى أصوات أو صور.



العمر الإلكتروني

في السنوات المئة والسبعين الماضية، أحدثت المعلومات الكهربائية ثورة في الطريقة التي نتواصل بها. ففي إمكان الاتصالات السلكية واللاسلكية أن تمرر رسائل حول العالم في ثوان. ولقد بدأت هذه الإنجازات العظيمة جميعها مع التلغراف الكهربائي الذي تطور إلى نظام التلكس الحديث. وتطورت شبكة الهواتف اليوم حتى باتت قادرة على نقل الصور ومعلومات الكمبيوتر والبريد الإلكتروني وغير ذلك من أشكال المعلومات.

الألياف البصرية

الليفة البصرية هي عبارة عن قضيب زجاجي أو مادة شفافة مماثلة. تكون من حيث الحجم أكثر رقة من شعرة ويمكن تحريكها أو ثنيها. تتواجد هذه الألياف في غلاف واق يعمل أيضًا على إبعادها عن الألياف البصرية الأخرى المحيطة به. ينقل الليف البصري المعلومات على شكل ومضات لايزر مشفرة. ولأن هذه الومضات تضرب سطح القضيب من الداخل على زاوية سطحية جدًا، ترتد أو تنعكس إلى القضيب الزجاجي. وهذا يعني أن ذبذبة اللايزر تنتقل بشكل متعرج على طول الليف البصري حتى لو كان ملتويًا. تنقل الومضات الضوئية المعلومات على شكل رقمي. مثل حال المعلومات الكهربائية، تساوي الومضة أو الذبذبة 1 في النظام الثنائي في حين أنها تكون صفرًا في حال عدم وجود ومضة أو ذبذبة (ثغرة). وفي إمكان المعلومات الرقمية أن تمثل أعدادًا وحروفًا وكلمات وأصواتًا وصورًا. تُجمع آلاف الألياف البصرية معًا في غلاف واحد كسلك ليفي بصري.

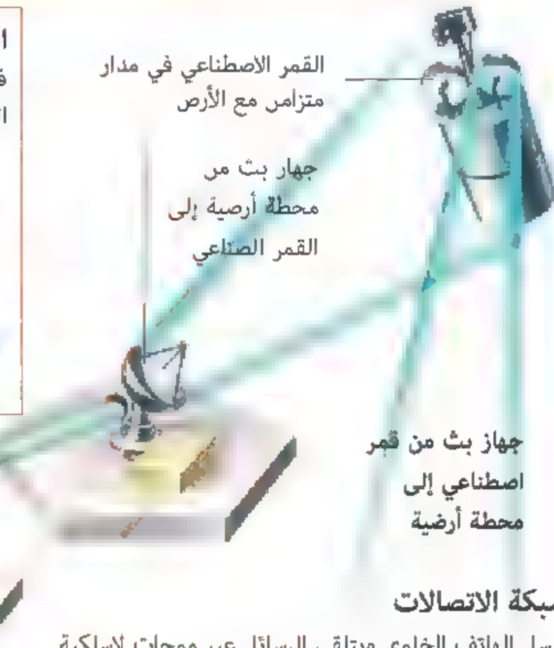


راجع أيضًا: استخدام الضوء ص 80

اكتشاف علمي

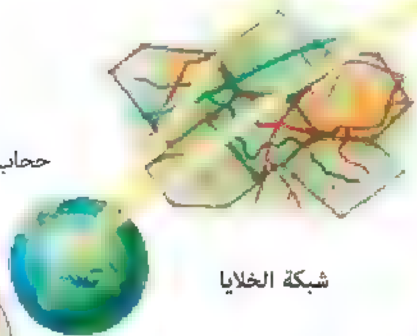
في عشرينيات القرن العشرين، اخترع فلاديمير زوريكين (1889 - 1989) الأيكونوسكوب أو أنبوب البث التلفزيوني، والكينيسكوب أو جهاز التلفاز ولقد شكل هذان الاختراعان النظام التلفزيوني الإلكتروني الأول ومهّدا الطريق للانطلاق في تطوير التلفاز المعاصر. تشكل شاشة التلفاز الحديث في الأساس الكينيسكوب الذي اخترعه زوريكين. بدأ أول بثّ للتلفاز عام 1936 في لندن. وساعد زوريكين أيضًا على تطوير نظام الألوان في التلفاز والميكروسكوب الإلكتروني.





شبكة الاتصالات

يرسل الهاتف الخلوي ويتلقى الرسائل عبر موجات لاسلكية. تنتقل هذه الموجات اللاسلكية من محطة الإرسال والاستقبال وإليها، وهي التي توصل الاتصالات الهاتفية بشبكة الهواتف المعيارية. تنقسم البلدان مناطق مختلفة، تسمّى خلايا، وتملك كل خلية محطة إرسال واستقبال خاصة بها. تحتوي المناطق التي تضم عددًا كبيرًا من السكان على عدد كبير من الخلايا الصغيرة إذ يرجح ارتفاع عدد مستخدمي الهاتف الخلوي. أما في المناطق ذات الكثافة السكانية المنخفضة فتكون الخلايا أكبر.

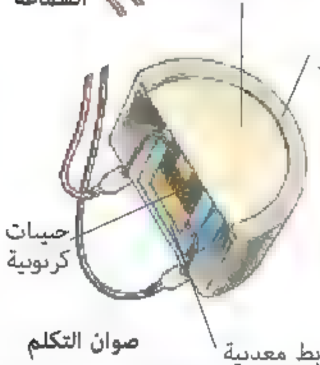






الهاتف الخلوي من الداخل

الهاتف الخلوي جهاز استقبال - إرسال لاسلكي. يمتلك الجهاز الخلوي صوانًا لتحويل الموجات الصوتية إلى إشارات كهربائية (كالميكروفون) وسمّاعة لتحويل الإشارات الكهربائية إلى موجات صوتية (كمكبّر الصوت). ولا يحتاج جهاز الاستقبال – الإرسال إلا إلى إرسال الموجات والتقاطها من أقرب برج خلوي لا يبعد منه أكثر من بضعة كيلومترات. ولكن يحتمل أن تعيق التلال أو المباني العالية الإشارات اللاسلكية. وكذلك الأمر في المناطق ذات الأبراج البعيدة جدًّا، فقد يضعف كثيرًا انتقال الإشارات من الهاتف وإليه.



القسم

4



الضوء والصوت

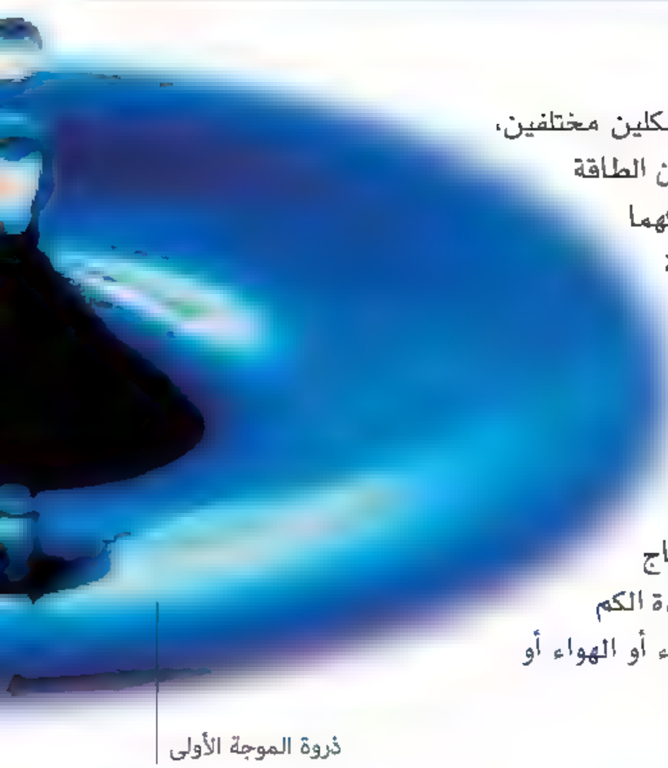
يظهر بعض أنواع الطاقة على شكل موجات متأرجحة، مثل الضوء والصوت، لكن طبيعة موجاتهما مختلفة. فالصوت ينقل الجزيئات والذرات، في حين أن الضوء يكون ممزوجًا بالكهرباء والمغناطيسية. ونشعر بكليهما من خلال الجسم ويستخدمان لنقل المعلومات.





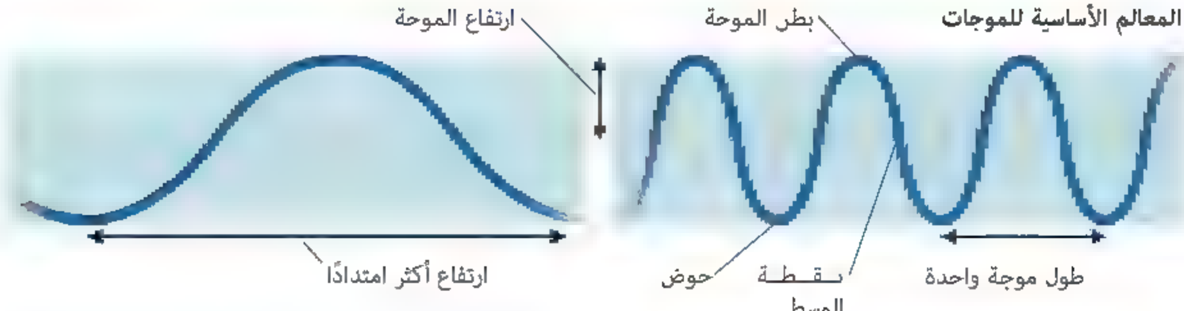
الموجات

الصوت والضوء شكلان من أشكال الطاقة. لكنهما يُعدّان شكلين مختلفين، فالصوت يتألف من شيء يتحرك، في حين أن الضوء مزيج من الطاقة المغناطيسية والكهربائية، إلا أنهما متشابهان بطريقة تحركهما بأشكال متماوجة ومائلة منتظمة، وتسمّى «موجات». إنها شبيهة بتموجات المياه في البرك أو بالتموجات التي تفتعلها عندما تهز حبلًا صعودًا ونزولًا. لكنها في العلم تُعدّ تغيرًا متنقلًا أو تشويشًا أو تأرجحًا يمرر الطاقة من مكان إلى آخر. ولا يستطيع الصوت الانتقال إلا عبر تحريك جسيمات المادة مثل الذرات أو الجزيئات التي تشكّل مادة. ومن غير الممكن أن يتواجد الصوت أو يتنقل في فراغ، كالفضاء. أما الضوء فلا يحتاج إلى المادة لأنه يتواجد في رُزَم من الطاقة تسمّى الفوتون (وحدة الكم الصوتي). وهذه الفوتونات تستطيع الانتقال في مادة مثل الماء أو الهواء أو في الفراغ.



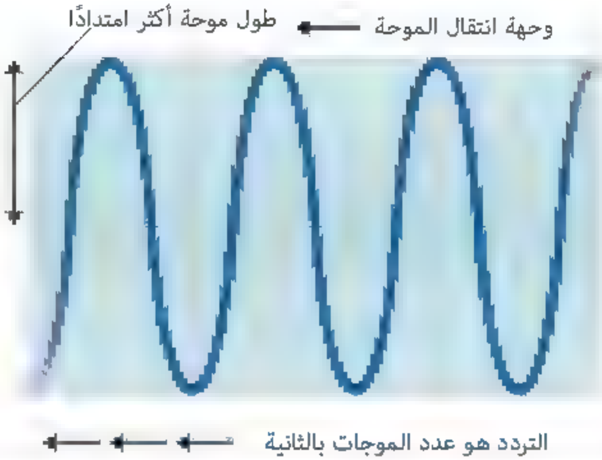
ذروة الموجة الأولى

المعالم الأساسية للموجات



خصائص الموجة

تمتلك جميع الموجات خصائص محددة. يشكل الجزء الأعلى من الموجة الذروة والجزء الأدنى منها بطن الموجة. ويشكل ارتفاع الموجة، انطلاقًا من نقطة الوسط فيها وصولًا إلى ذروتها، أو انطلاقًا من نقطة الوسط نزولًا إلى بطن الموجة «ارتفاع الموجة». وكلما ازداد ارتفاع الموجات، ارتفع الصوت وازداد الضوء سطوعًا. يسمّى عدد الموجات التي تمرّ في الثانية، في مكان ما أو نقطة ما، تردد الموجة. أما المسافة الممتدة على موجة واحدة متكاملة، مثلاً من الذروة إلى الذروة الثانية، فتسمّى طول الموجة. بالنسبة إلى الموجات التي تنتقل بالسرعة ذاتها، كلما صغر طول الموجة، كثرت الموجات المارة في المكان في هذا الوقت. إذًا، الموجات القصيرة تملك ترددات أعلى.

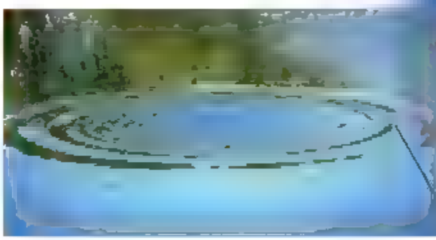


انظر أيضًا: الموجات الصوتية ص 68، الضوء 74.

متشابهة ولكنها مختلفة

تساعدنا تموجات الماء في البركة بعد رمي حجر فيها على تخيّل شكل موجات الصوت والضوء. لكن أحجام هذه الموجات مختلفة جدًا. فالموجات الضوئية ترتفع وتنخفض مئات ملايين المرات في الثانية وبالتالي يضم السنتمتر الواحد ملايين الذروات والبطون. أما الموجات الصوتية فتفوق ذلك بكثير. إذ تمتد كل موجة صوتية عند الهمهمة على مسافة متر أو أكثر. وكذلك تنتقل الموجات الضّوئية بشكل أسرع من الموجات الصوتية بمليون مرة.





الموجات تنتشر من مصدرها المركزي

اكتشاف علمي



استعمل جايمس كلارك ماكسويل (1831-1879) الرياضيات لشرح خصائص الموجة. وبعدما درس الروابط بين الكهرباء والمغناطيسية، أظهرت حساباته أن الموجات الكهرومغناطيسية تنتقل بسرعة الضوء. عندئذٍ اقترح فكرة جديدة بالنسبة إلى الوقت ألا وهي أن الضوء بذاته يشكل موجات كهرومغناطيسية أيضًا. ولقد أصبحت هذه الفكرة مقبولة الآن.

غير مرئي وغير مسموع

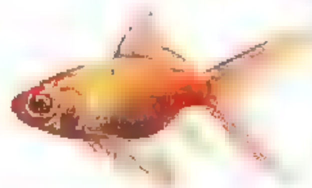
تتأثر حاستا السمع والنظر بحدود أعضائنا الحسية أي أعيننا وآذاننا. لكن ثمة أشكالًا من الضوء مثل الأشعة الحمراء والأشعة ما فوق البنفسجية تعجز أعيننا عن رصدها في حين أن أعين عدد كبير من الحيوانات تراها. تستطيع بعض الحيوانات الرؤية في مستويات ضوئية منخفضة للغاية، وهو ما يتراءى لنا نحن البشر كظلام دامس. قد تختلس هرة النظر في أثناء الليل برؤية دقيقة بالتأكيد في حين أننا لا نرى إلا الظلمة. وثمة أيضًا أصوات خافتة أو منخفضة جدًا أو سريعة جدًا تعجز آذاننا عن تسجيلها. ولكن يمكن للدلافين ولعدد كبير من الحيوانات سماعها. وقد يصرّ الكلب أو الحصان بأذنيه لدى سماعه صوتًا خافتًا جدًا في حين أننا لا نسمع شيئًا.



الأشعة ما فوق البنفسجية على الأزهار
يرى النحل خطوطًا على تلات الأزهار تسمى مرشدة العسل. ولا تظهر هذه الخطوط إلا بالضوء فوق البنفسجي وهي ترشد النحل إلى العسل في منتصف الزهرة.



التردد فوق السمعي في الليل
تُرسل الخفافيش من أنوفها وأفواهها صريرًا خفقًا حدًا (تكون تردداته فوق قدرة الأذن البشرية على سمعه). لكنها تكتشف انعكاسات الصوت وأصداءه بآذانها الكبيرة.



الأشعة تحت الحمراء في الماء
ترى السمكة الذهبية الأشعة دون الحمراء التي ترشح بشكل أقل عبر الماء من الضوء العادي



الدلفين العادي يطلق أصوات زعيق ونقر سريعة وحادة.

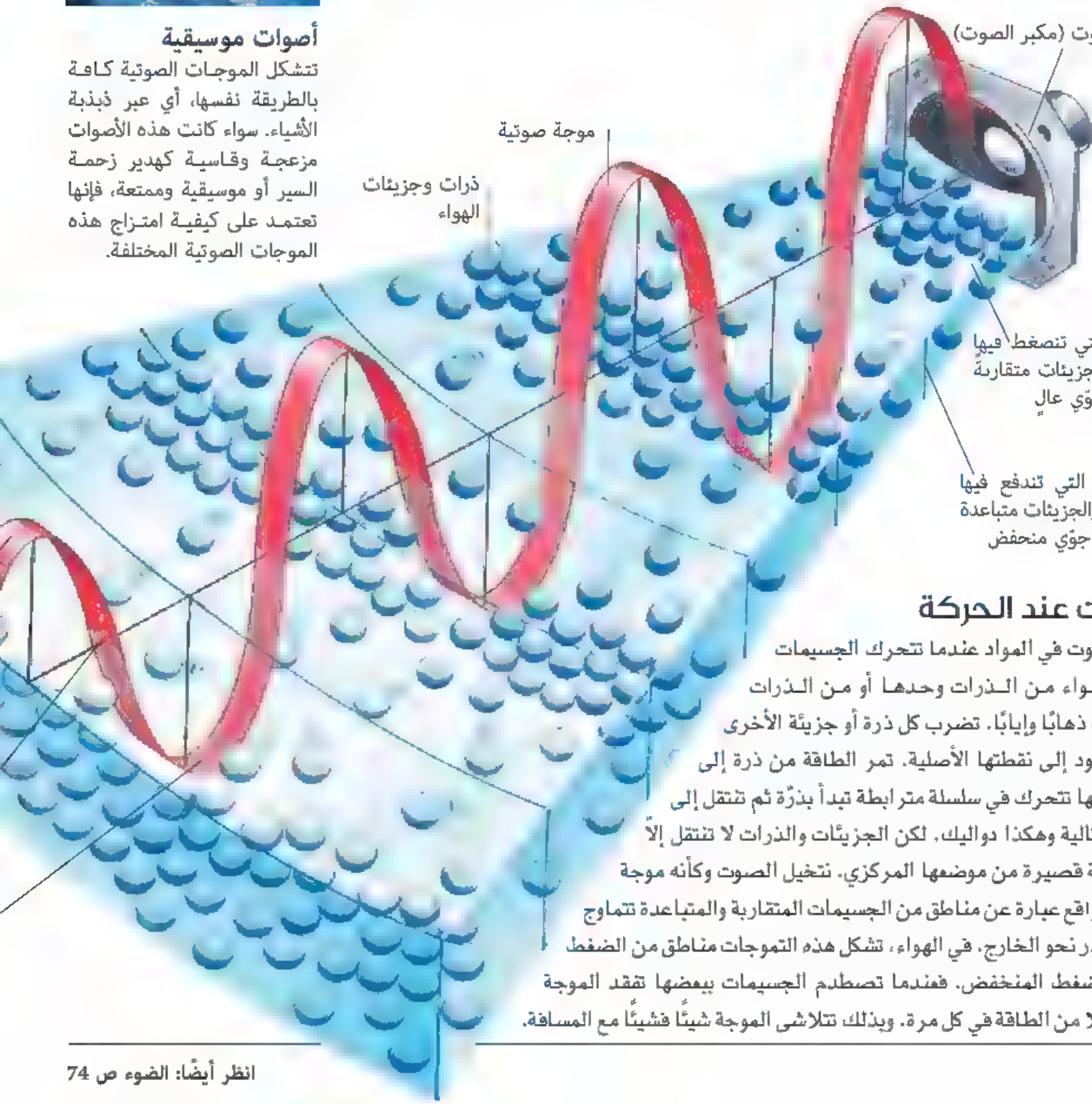
الموجات الصوتية

تبدأ الموجة الصوتية بتحرك شيء ما، وهو ما يمكن أن يشكل إحدى حالات المادة: إما الصلبة أو الجامدة أو الغازية. وعادةً تطغى الحالة الصلبة. يتحرك الجسم ذهابًا وإيابًا أو يتذبذب. ويسحب جسيمات المادة المحيطة به ويدفعها. وهو ما يمكن أن يتشكل أيضًا من إحدى حالات المادة، وتكون غازية في العادة. يسحق الجسم المتحرك جزيئات الهواء فيتقارب بعضها من بعض ومن ثم يبسطها وتنفصل. تدفع هذه الجزيئات وتسحب الجزيئات القريبة منها، وتفعل هذه القريبة الأمر نفسه وهكذا دواليك، فاسحة المجال لمرور موجة الطاقة. تشكل الموجة الصوتية سلسلة من التقلصات والتمددات التي تموج في الهواء.



أصوات موسيقية

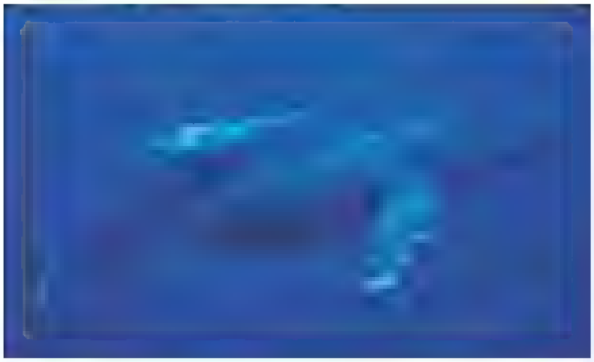
تتشكل الموجات الصوتية كافة بالطريقة نفسها، أي عبر ذبذبة الأشياء. سواء كانت هذه الأصوات مزعجة وقاسية كهدير زحمة السير أو موسيقية وممتعة، فإنها تعتمد على كيفية امتزاج هذه الموجات الصوتية المختلفة.



الصوت عند الحركة

ينتقل الصوت في المواد عندما تتحرك الجسيمات المكونة سواء من الذرات وحدها أو من الذرات والجزيئات ذهابًا وإيابًا. تضرب كل ذرة أو جزيئة الأخرى ومن ثم تعود إلى نقطتها الأصلية. تمر الطاقة من ذرة إلى أخرى وكأنها تتحرك في سلسلة مترابطة تبدأ بذرّة ثم تنتقل إلى التالية فالتالية وهكذا دواليك. لكن الجزيئات والذرات لا تنتقل إلاّ على مسافة قصيرة من موضعها المركزي. نتخيل الصوت وكأنه موجة لكنه في الواقع عبارة عن مناطق من الجسيمات المتقاربة والمتباعدة تتماوج من المصدر نحو الخارج. في الهواء، تشكل هذه التموجات مناطق من الضغط العالي والضغط المنخفض. فعندما تصطدم الجسيمات ببعضها تفقد الموجة قدرًا ضئيلًا من الطاقة في كل مرة. وبذلك تتلاشى الموجة شيئًا فشيئًا مع المسافة.

انظر أيضًا: الضوء ص 74





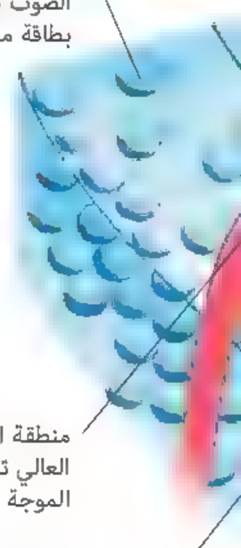
طائرة بيل X-1 الصاروخية
(الملقبة بـ Glamorous Glennis)

طائرة أسرع من الصوت

تسمّى سرعة الصوت أو السرعة الصوتية «ماخ 1» تختلف هذه السرعة باختلاف ضغط الهواء وحرارته وتصل إلى 1200 كيلومتر في الساعة. هناك شيء يُعرف بأنه فوق صوتي عندما يتحرك بشكل أسرع من الصوت. وإذا كانت سرعته ضعف سرعة الصوت، فإنه يتحرك بسرعة ماخ 2، وهكذا دواليك. والحقيقة أن بعض الطائرات قد تصل سرعتها إلى ماخ 3 أو أكثر. كان الكابتن شارلز تشاك بياغر أول مَن حلّق بسرعة تتجاوز سرعة الصوت الذي على متن الطائرة الصاروخية بيل X-1. وفي عام 1947، اخترقت هذه الطائرة جدار الصوت. لقد تخطت هذه الطائرة فوق الصوتية صوتها الذي انتشر وراءها بموجة صدمية تصل إلى مسمعنا على الأرض كانفجار صوتي.

أصوات المحيطات

ينتقل الصوت في الماء بمعدل 1430 مترًا في الثانية أي أكبر من سرعته في الهواء بخمسة أضعاف. وهناك عدد كبير من الحيوانات التي تعيش في الماء تستخدم الصوت من أجل التواصل. إذ ينتقل التردد المنخفض أو العميق لصيحات الحيتان الكبيرة على مئات الكيلومترات في البحار، ويغني جمل البحر ليجذب الإناث، ويملك كل من هذه الكائنات أغنية خاصة به ويرددها مع بعض التعديلات، لساعات بلا انقطاع، كما أن أمهات الحيتان الكبيرة وصغارها تصدر أيضًا أصوات نقرات وزعقات.



تأثير دوبلر

هل لاحظت أن ضجيج المركبات المسرعة كالدرجات أو السيارات أو القطارات أو الطائرات، تبدو ثابتة لدى اقترابها منك، وعندما تتجاوزك، ينخفض الصوت إلى طبقة أكثر دنوًّا؟ عندما تتجه المركبة نحوك، تقترب منك مسافة صغيرة كلما بعثت موجة صوتية. لذا بالنسبة إليك، فإن الموجات الصوتية تنضغط بشكل كبير وتصدر صوتًا عاليًا. وعندما تعبر المركبة، تبتعد مسافة صغيرة كلما أرسلت موجة صوتية. وبذلك تتمدّد الموجات الصوتية وينخفض الصوت أكثر فأكثر (كما سنرى في الصفحة التالية).



سُمي تأثير «دوبلر» على هذا النحو نسبةً إلى العالم الأسترالي كريستين دوبلر، وهو أول من اكتشفه عام 1842. ويمكن ملاحظته بشكل خص بأصوات حدةً مثل أصوات الصفرات. يحدث ذلك مع أي شكل من الموجات، بما في ذلك الموجات الصوتية، عندما تدعى بـ «الزحزحة الحمراء».

الأصوات العالية والمنخفضة

طبقة الصوت هي درجة ارتفاع الصوت أو انخفاضه. في فرقة موسيقية، الدوي العميق للطبل الكبير منخفض الطبقة، في حين أن أزيز المثلث الحاد يكون عالي الطبقة. تعتمد طبقة الصوت على عدد المرات التي يتحرك فيها الصوت ذهابًا وإيابًا في كل ثانية: مثل التردد تمامًا الذي يعتمد على عدد الموجات الصوتية الناتجة في كل لحظة. ويقاس تردد الموجة عادةً بوحدة قياسية تسمّى هرتز (Hz). فعلى سبيل المثال، يبلغ تردد نغمة «الدو» في منتصف لوحة البيانو 261 هرتز. يرتبط التردد بطول الموجة إذ تملك الترددات العالية موجات قصيرة. يبلغ طول موجة «الدو» في السلم الموسيقى 126 سم.

ما الأصوات التي نستطيع سماعها؟

نحن نسمع عددًا كبيرًا من الترددات الصوتية بدءًا من زقزقة العصافير وصولًا إلى ضجيج زحمة السيارات. ولكن بسبب الطريقة التي تعمل فيها آذاننا، لا نسمع جميع الأصوات المحيطة بنا. فآذاننا تلتقط ترددات يتراوح ترددها ما بين 20 و 20000 هرتز (عدد الذبذبات في الثانية). نحن نسمع الترددات الصوتية التي يقل ترددها عن 80 هرتز كالأصوات المنخفضة مثل الدويّ العميق والأصوات الخافتة والهدير. أما الترددات التي تنخفض عن 30 هرتز فقد لا نسمعها بوضوح، لكنها إذا كانت قوية بما يكفي، فيمكننا أن نشعر بها كذبذبات في الهواء والأرض. تكون آذاننا حساسة جدًّا تجاه ترددات تتراوح ما بين 400 و4000 هرتز. (يتراوح تردد كلام الناس ما بين 300 1000 هرتز). أما أصوات الزعيق والصفير والصراخ الحاد جدًّا فيرتفع ترددها إلى 5000 هرتز تقريبًا. وعندما يتقدم الأشخاص بالعمر، تصبح آذانهم أقل حساسية على طبقات الصوت العالية. وهذا يعني أن الصغير في السن يستطيع سماع صوت الزعيق الحاد، في حين أن الشخص المتقدم في السن يعجز عن ذلك.

اكتشاف علمي



سُمّيت وحدة تردد الموجات الصوتية نسبةً إلى اسم العالم الفيزيائي هينريتش هرتز (1857-1894). تستخدم هذه الوحدة القياسية للموجات الصوتية ولغيرها من الموجات كالموجات اللاسلكية والضوئية. والواقع أن هرتز عمل بشكل أساسي على الموجات اللاسلكية وليس على موجات الصوت. وكان أول من ابتكر موجات لاسلكية في المختبر، لكنه توفي قبل أن يتمكن من نشر عمله وتحويل الجهاز اللاسلكي إلى شكل عملي من أشكال التواصل.

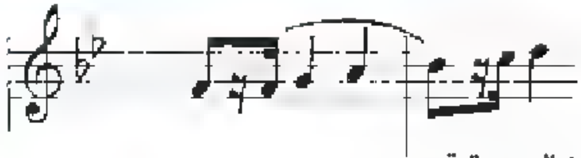
آذان الحيوانات

مقارنة بعدد كبير من الحيوانات، يستطيع البشر سماع مجموعة كبيرة من الترددات. لكن بعض الحيوانات تسمع ترددات تكون حدتها عالية جدًّا بالنسبة إلى آذاننا. تسمّى هذه الأصوات «الأصوات ما فوق الصوتية».



ترصد بعض الكائنات ترددات صوتية منخفضة جدًّا لا تستطيع آذاننا سماعها. تعرف هذه الترددات بالترددات ما تحت الصوتية. فغالبية الحيوانات تسمع الترددات الصوتية المهمة جدًّا لبقائها على قيد الحياة. ويرتكز نطاق سمع الضفدع بشكل أساسي على نقيق الضفادع الأخرى، وهذا ضروري له لرصدها في موسم التكاثر.

انظر أيضًا: الجماد، السوائل والغازات ص 16، الأمواج الصوتية ص 68



الرموز الموسيقية

يمكننا سماع الأمواج الصوتية لكننا لا نراها. والأصوات تخبو أيضًا مع الوقت. لذا ترانا نكتب أو ننسخ نسخة مرئية عن الأصوات والنوتات الموسيقية التي تُعرف بالرموز الموسيقية. وهذا يساعد الناس على تذكر الموسيقى والاحتفاظ بها عبر الزمن. للنوتات الموسيقية رموز لترددات الصوت، وطوله (مدته) وعلوه.



الآلات الموسيقية

كل ما يصدر أصواتًا مختلفة التوقيت أو الطبقة هو آلة موسيقية تصدر الأنواع الموسيقية الثلاثة الأساسية أصواتها بطرق مختلفة. فالعزف على الآلات الوترية مثل الغيتار والكمان يتم بالسحب أو الفرك، وعلى الآلات الإيقاعية مثل الطبل يتم بالقرع أو الضرب. أما آلة النفخ فننفخ فيها، مثل الناي أو البوق.



أصوات الفيلة

إن ما يقارب ثلثي الأصوات التي تصدرها الفيلة منخفض جدًا إلى حدّ لا ترصدها الأذن البشرية. إنها أصوات ما تحت الصوتية. وتشمل ما يزيد على عشرين نوعًا من الدمدمات القوية بما يكفي ليتواصل بعض الفيلة مع بعض على مسافة تتجاوز الخمسة كيلومترات.



الضجيج غير مرغوب فيه

يشكل الضجيج بشكل عام اختلاطات من الموجات الصوتية المزعجة غير المرغوب فيها. وقد تنشأ من الموسيقى العالية، والآلات مثل المثقاب والمنشار، ومن السيارات والقطارات والطائرات. هذه البيئة الصاخبة تمنع الناس من التفكير أو الاسترخاء أو النوم. وقد يؤدي هذا إلى الضغط النفسي أو المرض. ويمكن للضجيج الصاخب أو الممتد طويلًا أن يؤذي السمع، كما يظهر في الصفحة القادمة.



الأصوات في المواد الصلبة والسائلة والغازية

تنتقل الأصوات بشكل عام على مسافة بعيدة وبشكل سريع في الجماد أكثر مما تفعل في السوائل، وتنتقل بشكل أبعد وأسرع في السوائل أكثر مما تفعل في الغازات كالهواء. وهذا ينطبق بشكل خاص على الأصوات ذات الترددات المنخفضة أو العالية الحدة. وفي الغاز، تتباعد الجزيئات كثيرًا، فتهدر كمية كبيرة من طاقة الصوت بدفع جزيئات الغاز حتى ترتطم بجزيئات غازات أخرى. وفي السوائل أو المواد الصلبة، تتقارب الجزيئات كثيرًا بعضها من بعض، فيرتطم بعضها ببعض بسهولة كبيرة في أثناء ذبذبتها مع طاقة الصوت. ما يعني أن الصوت يتحرك بسرعة أكبر. ولهذا نشعر أحيانًا بذبذبات ناشئة من مصدر صوتي كبير، كشاحنة تعبر الأرض، قبل سماع صوتها.

الأصوات الصاخبة والأصوات الناعمة

تكون الأصوات العالية صاخبة لأن الذرات أو الجزيئات التي تحملها تتذبذب بأعداد كبيرة منتجة الكثير من الطاقة. لكن الأصوات الناعمة تملك ذبذبات أقل بكثير. يشكل علو الصوت أو حجمه قوة ذاك الصوت عندما يصل إلى الأذن. ويختلف هذا قليلًا عن قوة الصوت التي تشكل مقدار الطاقة المتدفقة في الموجات الصوتية. تعتمد قوة الصوت على طبقة الصوت (ترددها) وارتفاعها (مداها). ويشعر كل واحد منا بعلو الصوت بطريقة مختلفة لكن قوة طاقة الصوت هي واحدة بالنسبة إلى الجميع.



واقي الأذن

إن الأشخاص الذين يعملون في أماكن صاخبة مثل معامل النسيج أو المطارات أو الذين يستخدمون الآلات الصاخبة يحمون آذانهم بواقيات الأذن. يتسبب سماع الأصوات العالية الطبقة كالأنين بضرر كبير على الآذان.



انفجار ذرّي
200 ديسيبل

مقياس ديسيبل (وحدة قياس السمع)

يسمّى ميزان القياس الذي يقارن بين قوة الأصوات، الشبيهة بعلوها أو حجمها، مقياس ديسيبل. ويعتمد الـ «ديسيبل» كوحدة القياس، التي سمِّيت بهذا الشكل نسبةً إلى ألكسندر غراهام بيل الذي اخترع الهاتف. يشير مقياس 10 ديسيبل إلى أصعف الأصوات التي تستطيع الأذن البشرية سماعها كحفيف أوراق الشجر اليابسة. يبلغ مقياس الكلام بمستوى طبيعي مقياس 60 ديسيبل. تصبح الأصوات مؤلمة جسديًا عندما تتجاوز مقياس 130 ديسيبل. وحتى في أعلى الأصوات التي تنتقل في الهواء، لا تتحرك جزيئات الهواء أو ذراته أكثر من بضعة أجزاء من المليمتر.



نخير الحوت الأزرق
170 ديسيبل



طائرة نفاثة قريبة
140 ديسيبل



موسيقي صاخبة
120 ديسيبل



حدّ قانوني

في بعض المناطق، تحدد الأنظمة القانونية مستويات الصوت في الأماكن العامة بـ100 أو 90 أو حتى 80 ديسيبل.



تحذير:

تشير لافتات التحذير إلى أن الأصوات الخالية قد تؤدي إلى تضرر الأذن وفقدان السمع، ما قد يستمر دائمًا حتى.

200 ديسيبل | 175 ديسيبل | 150 ديسيبل | 125 ديسيبل

انظر أيضًا: الموجات الصوتية ص 68

كم ديسيبل؟

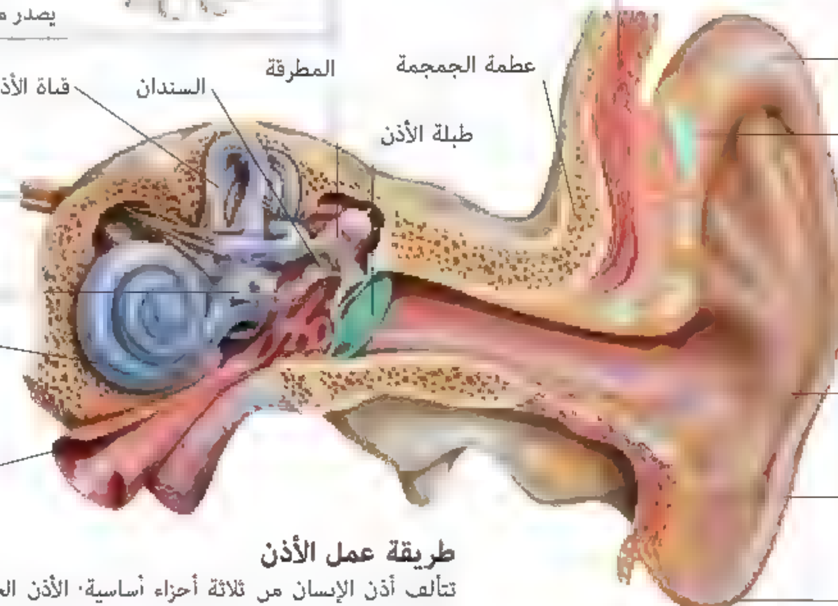
تظهر بعض الأمثلة عن مستوى الديسيبل في الخريطة أدناه وإليكم المزيد منها

- 180 ديسيبل : صاروخ ينطلق على بعد 50 مترًا
- 160 ديسيبل : صاروخ ينطلق على بعد 200 متر
- 140 ديسيبل : ماكينات ضخمة مثل مصانع المولاد
- 110 ديسيبل : ثقّابة (آلة حفر تعمل بضغط الهواء)
- 100 ديسيبل : صوت رعد قريب
- 80 ديسيبل : قطار سريع
- 20 ديسيبل : همسات خافتة الصوت
- 10 ديسيبل : حفيف رياح خافت في أعشاب طويلة

آذان الحيوانات

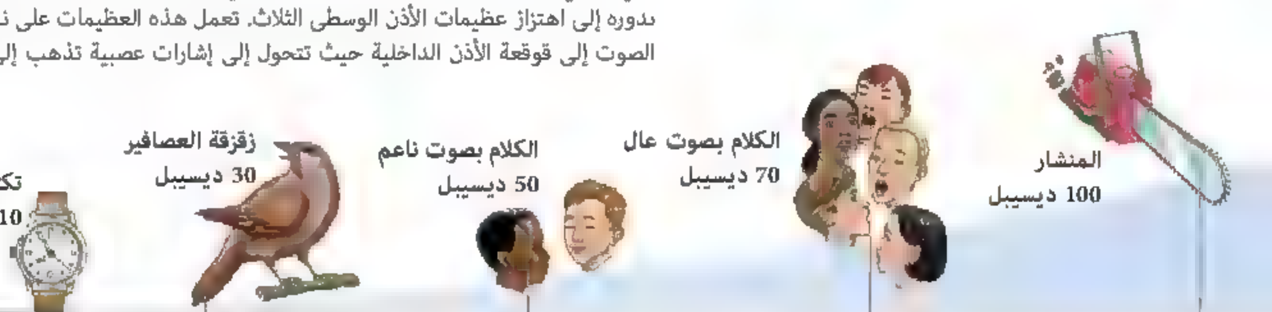
يتمتع بعض الحيوانات مثل الأرانب والأحصنة بآذان كبيرة قلّابة يمكنها إمالتها أو تحريكها. تفعل هذا لتحدد مصدر الصوت. في حين أن البشر لا يستطيعون تحريك آذانهم بهذا الإتقان! ولكن عندما تسمع صوتًا ما، يمكنك أن تدير رأسك حتى تبلغ الموجات الصوتية كلتا أذنيك في الوقت نفسه وبالحجم نفسه. وعندئذٍ ستواجه مصدر الصوت.





طريقة عمل الأذن

تتألف أذن الإنسان من ثلاثة أجزاء أساسية: الأذن الخارجية والوسطى والداخلية. تشبه الأذن الخارجية قمعًا يلتقط الأصوات من الهواء. تفضي الأذن الخارجية إلى قناة السمع التي تنتهي عند طبلة الأذن المرنة الدائرية. تؤدي الأصوات إلى اهتزاز الطبلة ما يؤدي بدوره إلى اهتزاز عظيمات الأذن الوسطى الثلاث. تعمل هذه العظيمات على نقل ذبذبات الصوت إلى قوقعة الأذن الداخلية حيث تتحول إلى إشارات عصبية تذهب إلى الدماغ.



الضوء

نحن نرى الضوء ولا شيء غير الضوء. ونستخدم الضوء بطرق لا حصر لها. لكن وصف الضوء أصعب بكثير من ذلك. إنه نوع من الطاقة الناجمة عن مزيج من الحقل المغناطيسي والحقل الكهربائي. ينتقل الضوء ببعض الطرق على شكل موجات، لذا يتميز بخصائص نموذجية من ناحية الموجات. وعلى سبيل المثال يعتمد الضوء على مدى طول موجاته. ولكن بطرق أخرى يبدو أن الضوء يتألف من سيل من جسيمات متناهية الصغر أو حزم من الطاقة، تسمّى فوتونات. ولقد توصل العلماء إلى قبول هاتين الطريقتين في فهم الضوء. وأطلقوا على ذلك اسم "ازدواجية جسيمات الموجة". ولم يتبين انتقال أي شيء بشكل أسرع من الضوء، فهو يومض بسرعة 300000 كليومتر في الثانية تقريبًا.



الضوء غير المرئي

تسمّى الموجات الضوئية الأصغر حجمًا من الموجات البنفسجية الأشعة ما فوق البنفسجية. لا تستطيع أعيننا ملاحظة الأشعة ما فوق البنفسجية فلا نتمكن من رؤيتها. ولكن قد يتسبب التعرض الكثيف للأشعة ما فوق البنفسجية بالإصابة بسفعات الشمس ويؤذي أعيننا



ألوان قوس قزح

ينجم قوس قزح عن ضوء الشمس الذي يشع من خلال قطرات الماء. تقسم قطرات الماء الألوان بالضوء الأبيض، وبذلك نتمكن من رؤيتها. وألوان قوس القزح الأساسية هي: الأحمر، والبرتقالي، والأصفر، والأخضر، والأزرق، والنيلي، والبنفسجي. وتبقى دائمًا مصطفة بالترتيب نفسه. تسمّى هذه الألوان بالطيف، ولكل منها طول موجة مختلف. فاللون الأحمر يملك الموجات الأكثر طولًا ويليه البرتقالي الذي يصغره قليلًا وهكذا دواليك.. أما البنفسجي فيملك الموجات الصوئية.

اكتشاف علمي

كان ابن الهيثم (965-1038) أول عالم درس الضوء بطريقة علمية آنذاك، كانت غالبية الناس تعتقد أن الضوء ينبعث من العينين ويشع على الأشياء لنستطيع رؤيتها، لكن ابن الهيثم استنبط التفسير الصحيح ألا وهو أن الضوء ينبعث من مصدر للضوء كالشمس أو الشمعة وينعكس على الأجسام ويدخل في أعيننا. ولقد درس أيضًا الأضواء الملونة والمرايا والعدسات. وساعد عمله هذا العلماء من بعده على تطوير الميكروسكوب والتليسكوب وغير ذلك من الأجهزة البصرية التي ترتكز على الضوء. ولكن من المؤسف بشخص مثل ابن الهيثم الذي ساعد على تفسير الكثير عن الضوء والعدسات وكيفية عمل العينين أن لا يتوافر عنه أي ملف شخصي، لذا نحن لا نعرف كيف كان شكله.



ميكروسكوب مركب قديم
(يضم الكثير من العدسات)

واضح ومبهم

بعض المواد تسمح للضوء باختراقها مباشرة. وتسمّى هذه المواد الجلية مثل الهواء أو زجاج النوافذ أو الماء «المواد الشفافة». وتسمح بعض المواد لكمية صغيرة من الضوء بالمرور لكن موجاته تتبعثر وترتدّ في الأرجاء ما يجعل المنظر مبهمًا أو ضبابيًا. من هذه المواد نصف الشفافة نذكر الزجاج المتجلد، والضباب، والستائر الشبكية والأوراق الاستشفافية. أما المادة التي لا تسمح للضوء بالتسلل فتعرف بالكامدة.

انظر أيضًا: عن الأمواج ص66

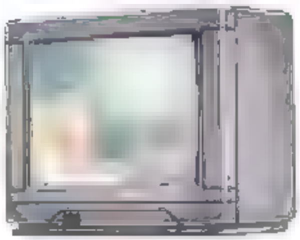
الألوان ومرشحات الضوء



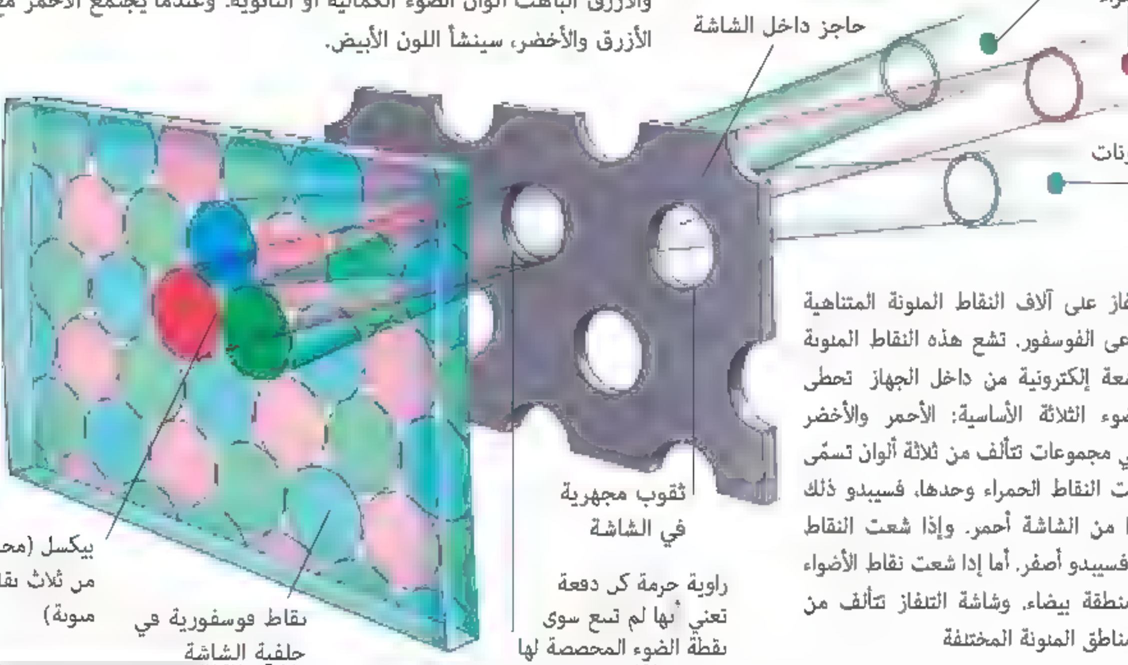
إذا وصلت أطوال الموجات كلها إلى أعيننا، فسنرى الضوء أبيض. وإن لم تصل إلى أعيننا سوى بعض أطوال الموجات، فسنرى ألوان أطوال الموجات تلك. فالعشب نراه أخضر اللون لأن ضوء الشمس الأبيض يسقط عليه، لكن العشب يمتص أطوال الموجات كافة باستثناء الأخضر. وينعكس هذا الضوء أو ينعكس من العشب تجاه أعيننا. ويؤدي المرشح الملون الدور نفسه. فهو يسد كل أطوال موجات الضوء باستثناء لون واحد. ولكن إذا وصل الضوء إلى المرشح الذي لا يحتوي على هذا اللون، مثل الضوء البنفسجي الساطع في مرشح أحمر، عندئذٍ لن يحترقه أي لون على الإطلاق.

مزج الألوان

يمكن التوصل إلى معظم ألوان الضوء من خلال مزج ثلاثة ألوان فحسب بعضها ببعض: الأحمر والأزرق، والأخضر، وتعرف بألوان الضوء الأساسية. فعندما يضاف بعضها إلى بعض بنسب مختلفة تنشأ ألوان أخرى. ينجم عن مزج الضوءين الأحمر والأخضر معًا اللون الأصفر، وعن الأحمر والأزرق اللون الوردي، وعن الأخضر والأزرق اللون الأزرق الباهت. ويسمى الأصفر والوردي والأزرق الباهت ألوان الضوء الكمالية أو الثانوية. وعندما يجتمع الأحمر مع الأزرق والأخضر، سينشأ اللون الأبيض.



النقاط صغيرة جدًّا بحيث لا تظهر بشكل منفصل على الشاشة



نقاط ملونة

تحتوي شاشة التلفاز على آلاف النقاط الملونة المتناهية الصغر الملونة، تدعى الفوسفور. تشع هذه النقاط الملونة عندما تصطدم بأشعة إلكترونية من داخل الجهاز تحظى النقاط بألوان الضوء الثلاثة الأساسية: الأحمر والأخضر والأزرق. وتندرج في مجموعات تتألف من ثلاثة ألوان تسمّى البيكسل. وإذا شعت النقاط الحمراء وحدها، فسيبدو ذلك الجزء الصغير جدًّا من الشاشة أحمر. وإذا شعت النقاط الحمراء والخضراء، فسيبدو أصفر. أما إذا شعت نقاط الأضواء الثلاثة فستبدو المنطقة بيضاء. وشاشة التلفاز تتألف من الآلاف من هذه المناطق الملونة المختلفة

الضوء المنعكس

عندما يبلغ الضوء نوعًا معينًا من الأسطح، يرتد عن السطح كالكرة التي ترتد عن الحائط. ويسمّى هذا «الانعكاس». في الحقيقة لا يصدر عن معظم الأجسام ضوء خاصّ بها. ونحن نراها لأنها تعكس ضوء شيء آخر باتجاه أعيننا. على سبيل المثال، فالقمر لا يصدر الضوء بذاته لكنه يشع لأنه يعكس ضوء الشمس. وتعكس الأسطح الناعمة والمشعة مثل المرآة معظم الضوء الذي يسقط عليها من دون تبعثر. لذا تنتج انعكاسًا متوهجًا واضحًا. ولكن على سطح قاس، يتبعثر الضوء أو ينعكس في الاتجاهات كافة مولدًا انعكاسات ضعيفة. وكذلك ألوان الأجسام، فهي تعتمد على الانعكاسات. فالجسم الأبيض يعكس كل ألوان الضوء الأبيض المشعة عليه، في حين أن الجسم الأسود كليًا لا يعكس أي ضوء إطلاقًا.



الانعكاسات المضحكة.
تتصمن المرآة المتوية الموجودة في ساحة الألعاب سطحًا متموجًا، ينتج صورًا مشوّهة مسلية. ويكون سطح هذه المرآة متلويًا نحو الداخل في بعض الأماكن وملتويًا نحو الخارج في أماكن أخرى.

الانعكاسات الملتوية

تغير المرآة الملتوية شكل انعكاسها. فالمرآة المحدبة (المنتفخة، الملتوية نحو الخارج) تمنح الأشياء مظهرًا أصغر حجمًا. والمرآة المجوفة (الشبيهة بالوعاء أو الملتوية نحو الداخل) تجعل الأشياء تبدو أكبر حجمًا. في إمكان المرايا المحدبة أيضًا قلب الأشياء رأسًا على عقب. وللمرايا الملتوية استخدامات كثيرة. مثلًا، تكون مرايا السيارة محدبة لتأمين رؤية واسعة النطاق، ومرايا الحلاقة مجوفة لتوفير صورة مكبّرة. ويمكنك أن ترى كيفية تغير انعكاسات الأسطح الملتوية من خلال النظر في جانبي المحدب والمجوف لملعقة جديدة براقة.



الصورة في مرآة محدبة

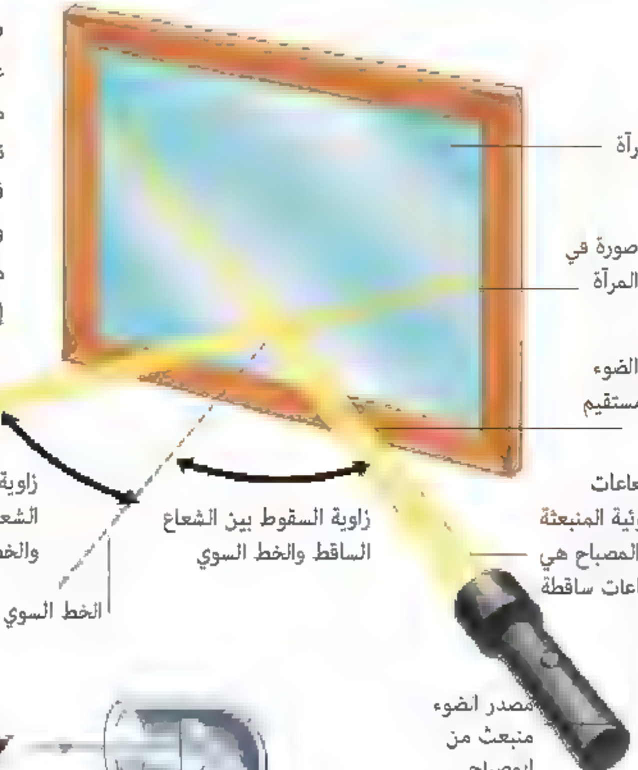


الصورة في مرآة مجوفة

انظر أيضًا: الضوء ص 74، الضوء المنكسر ص 78

صور المرآة

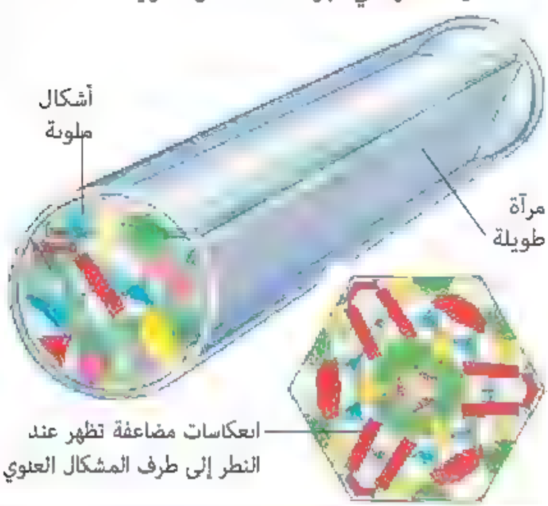
عندما يبلغ الضوء زاوية مرآة مسطحة، ينعكس أو يرتد على زاوية مقابلة. يفيد قانون الانعكاس بأن الشعاعين الضوئيين يمثلان في الزاوية نفسها ولكن على جانبين مقابلين للشعاع السوي ما يشكل خطًا وهميًا في زوايا مستقيمة مع المرآة يقع في النقطة التي يلتقي فيها الشعاعان. ويبدو بُعد الانعكاس خلف المرآة مساويًا لبُعد الشيء أمامها. ويحدث هذا لأن دماغك يعرف أن الضوء ينتقل في خطوط مستقيمة ويعتقد أن إشعاعات الضوء تأتي مباشرة من خلف المرآة وليست مرتدّة من الزوايا. تسمّى صورة المرآة الصورة الافتراضية لأنها غير موجودة فعليًا. إنها لا تنتج أي ضوء أو تعكسه.





المشكال (منظار النماذج المتغيّرة)

يتضمن المشكال ثلاث مرايا طويلة تقع الواحدة منها مقابل الأخرى في مثلث، بالإضافة إلى أشكال صغيرة ملونة في الأسفل. يرتد الضوء ذهابًا وإيابًا بين المرايا، منشئًا الكثير من الصور المنعكسة ونماذج متكررة عند الزوايا. يتغير نموذج الصور بانتقال الأجسام داخل المشكال وانعكاسها في أجزاء مختلفة من المرايا.



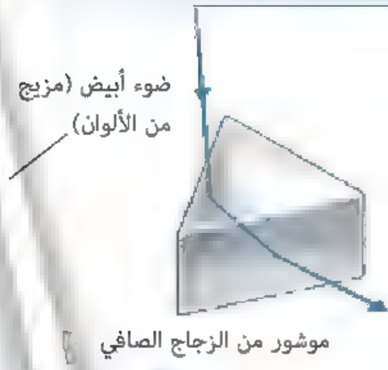
رؤية من الأعلى

يستخدم البريسكوب أو كشّاف الأفق مرآتين أو قالبين زجاجيين مثلثين يسميان «الموشورين» يعملان على عكس شعاع الضوء مرتين. يسمح البريسكوب للناس بالنظر من فوق أجسام كالجدران أو الناس الآخرين. ويتيح بريسكوب الغواصة للبحارة رؤية المنظر فوق سطح الماء.



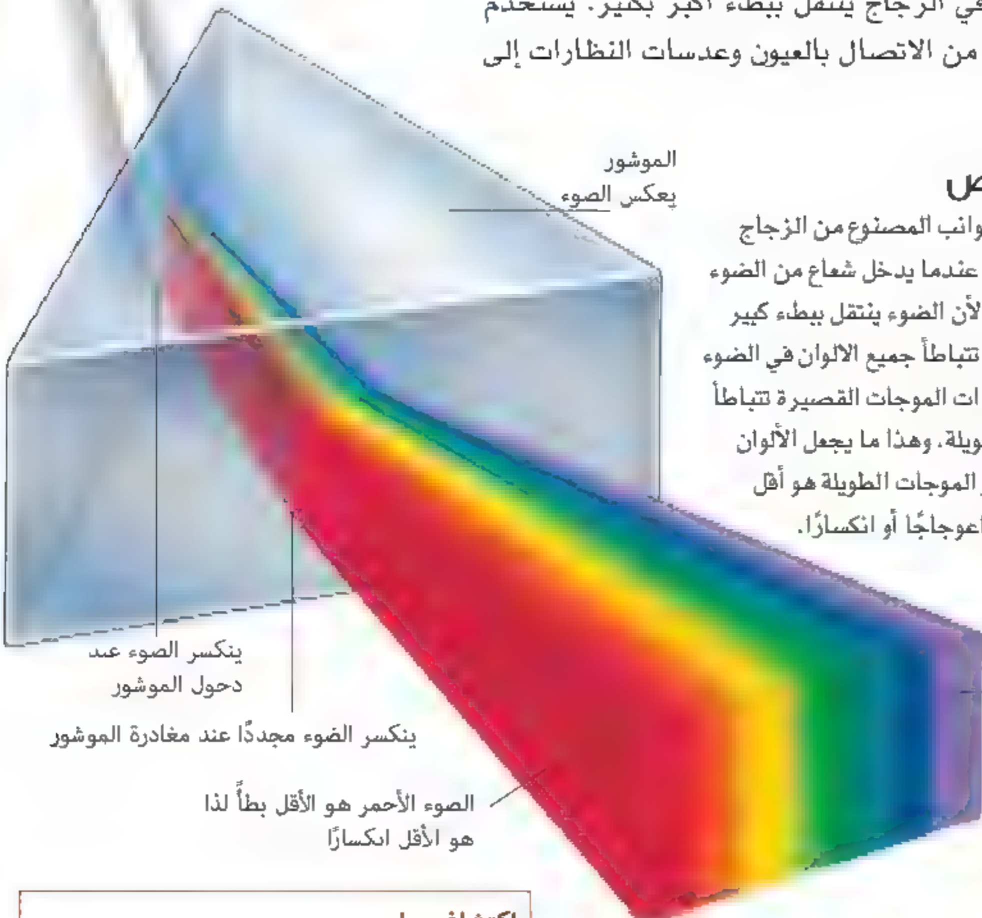
الضوء المنكسر

عندما يمر الضوء من مادة شفافة كالهواء إلى مادة أخرى كالزجاج، يبدو معوجًا في مكان التقاء المادتين، ويسمّى هذا الاعوجاج الانكسار. يحدث هذا لأن سرعة الضوء تكون في كل مادة إما مختلفة أو متوسطة. ينتقل الضوء بشكل أسرع (سرعة الضوء) في الفضاء أو الفراغ. وتبطؤ حركته عندما ينتقل في الهواء. أما في الماء فيصبح أكثر بطأً، بمعدل ثلاثة أرباع سرعته في الفضاء. وفي الزجاج ينتقل ببطء أكبر بكثير. يستخدم الانكسار في مئات الأجهزة، من الاتصال بالعيون وعدسات النظارات إلى التليسكوبات العملاقة.



انشطار الضوء الأبيض

يسمّى القالب المثلث المسطح الجوانب المصنوع من الزجاج الشفاف أو البلاستيك «الموشور». عندما يدخل شعاع من الضوء الأبيض في الموشور، تبطؤ حركته لأن الضوء ينتقل ببطء كبير في الزجاج أو البلاستيك. ولكن لا تتباطأ جميع الالوان في الضوء الأبيض بالمقدار نفسه. فالألوان ذات الموجات القصيرة تتباطأ أكثر من الألوان ذات الموجات الطويلة. وهذا ما يجعل الألوان تنقسم أطيافًا. فالضوء الأحمر ذو الموجات الطويلة هو أقل الألوان بطأً ولذلك هو أقل الألوان اعوجاجًا أو انكسارًا.



اكتشاف علمي

كان ويلبرود سنال (1626 - 1580) Willebrord Snell أول من استقصى في مسألة انكسار الضوء بطريقة علمية. لقد وجد أن لكل مادة قوة اعوجاج ضوء خاصة تسمّى «مؤشر الانكسار». إنها مقارنة بين زاوية شعاع الضوء الذي يدخل المادة وزاوية شعاع الضوء حالما يخترقها. وكلما اعوجت المادة الضوء، ارتفع «مؤشرها الانكساري».

مواشير قطرات الماء

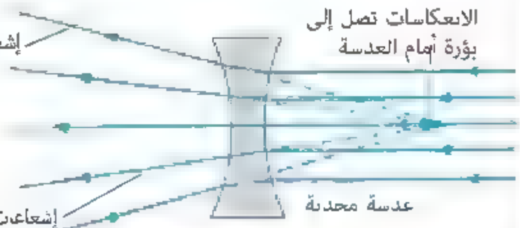
في عاصفة ممطرة، تعمل ملايين قطرات الماء كمواشير متناهية الصغر من أجل تجزئة ضوء الشمس إلى أطياف من الألوان. وهذا ما يشكل قوس القزح في السماء. لا يمكنك رؤية قوس قزح إلا عندما تشع الشمس من خلف وفي أثناء تساقط المطر!

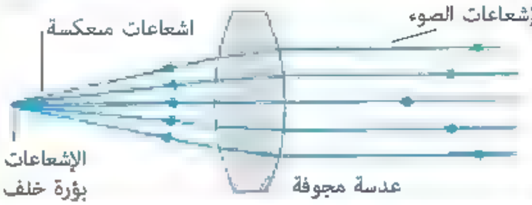


انظر أيضًا: الضوء المنكسر ص 76، استخدام الضوء ص 80

العدسات

تسمّى كل مادة شفافة ذات جوانب ملتوية بشكل خفيف «عدسات». تكون العدسات المحدّبة أكثر سماكة في الوسط من الأطراف، والعدسات المجوفة أكثر رقة في الوسط من الأطراف. تلوي العدسات المحدبة إشعاعات الضوء إلى الداخل فيتركّز كل الضوء في نقطة تسمّى «البؤرة». وتجعل العدسات المحدبة الأشياء تبدو أكبر حجمًا، مثل العدسة المكبرة، لكنك سترى منطقة أصغر حجمًا من المشهد. أما العدسات المجوفة فتفعل العكس، فهي تلوي إشعاعات الضوء باتجاه الخارج وتجعل الأشياء تبدو أصغر حجمًا.





انكسارات غريبة



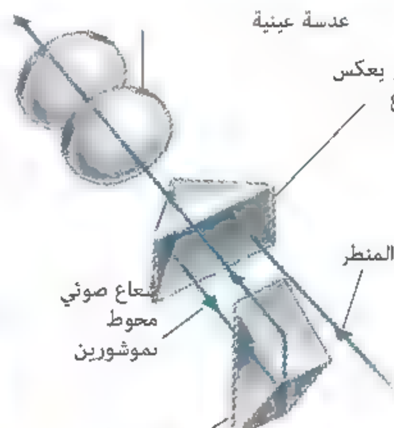
قد يكون لانعكاسات الضوء في الماء تأثيرات غريبة فهي تجعل القشة في الشراب تبدو منقسمة نصفين. وإذا كان الشراب في كأس زجاجية، يُضاف انكسار الزجاج إلى التأثير ويجعل الانكسار أيضًا قعر المسبح أو البركة يبدو على مسافة أقرب مما هو عليه فعلًا.

تأثير التماوج



يعمل سطح الماء الهادئ كالمرآة ليعكس الضوء من الأعلى. ويعكس الضوء أيضًا من الأسفل، المنبعث من الأجسام المتواجدة في الماء، خارجًا نحو الهواء. للتموجات على سطح الماء تأثيران: تحدث انعكاسات من السطح لتلتوي، وتلوي أيضًا الانعكاسات.





كيف يعمل المنظار

يجعل المنظار الأشياء البعيدة الصغيرة تبدو أكبر حجمًا. وتحول المواشير فيه الصورة بشكل مستقيم ونحو الأعلى بالنسبة إلى العينين، كما أنها تطيل ممر الضوء بين العدسات بإرسال الضوء ذهابًا وإيابًا. إن إطالة ممر الضوء ما بين العدسات تزيد في التكبير ما تستطيع العدسات فعله، وتصبح المواشير متجانسة مع هذا الطريق الطويل ضمن مسافة أصغر حجمًا. يقوم التلسكوب بعمل شبيه بعمل المنظار لكنه يفتقر إلى المواشير لذا فهو أكثر طولًا.

استخدام الضوء

من الضوء الكهربائي إلى الميكروسكوب والتليسكوب والتلفاز والكاميرا والألواح الشمسية، نستخدم الضوء بمئات الطرق ليلًا نهارًا. إن الأضواء الاصطناعية مهمة جدًا وبخاصة في أثناء الليل في منازلنا وسياراتنا ولإعلاناتنا وللمساعدة في الخدمات الطارئة. تستخدم الأجهزة البصرية العدسات والمرايا لتغيير أحجام الصور وتوضيحها. ويمكن أيضًا استخدام ومضات الضوء لإرسال الرسائل. تتنوع الومضات الضوئية هذه بدءًا من نموذج تشغيل شعاع مصباح يدوي وإيقافه وصولًا إلى الملايين من ومضات اللايزر في الألياف البصرية التي تنقل المعلومات إلى البرامج التلفزيونية والاتصالات الهاتفية والاتصالات بوساطة الكمبيوتر.

الميكروسكوب

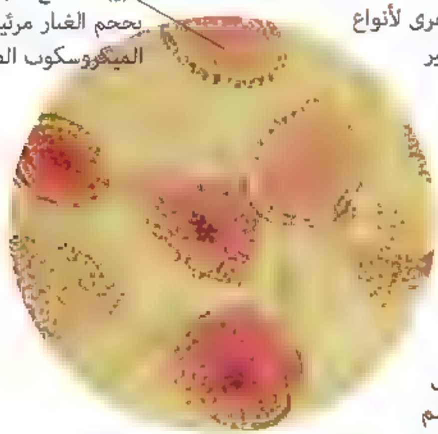
يستخدم الميكروسكوب الضوئي مجموعتين من العدسات لإظهار الأشياء الصغيرة جدًا بشكل أكبر بمئات المرات عما هي عليه فعليًا. يكبر الميكروسكوب المركّب الصورة على مرحلتين. أولًا، ينعكس الضوء القادم من المرآة ويعبر الجسم (الذي يكون صغيرًا جدًا وشفافًا بعض الشيء) وصولاً إلى العدسات الشيئية. وهو ما يؤدي إلى حدوث أول تكبير للصورة. ثانيًا، تكبر عدسات العين الصورة أكثر، مثل العدسة المكبّرة.



اكتشاف علمي



كان تاجر الأنسجة الهولندي أنطوني فان ليفنهوك Antonie van Leuwenhoek (1723-1632)، أول الاختصاصيين بالميكروسكوبات. صنع مئات عدسات الميكروسكوبات البسيطة حيث كان يشحذ العدسات الصغيرة ويلمعها بنفسه. وكان حجم بعض عدساته لا يتعدى حبيبات الأرز. تنوعت قوة التكبير في ميكروسكوباته، فمنها ما كان يكبر الصورة 70 مرة ومنها ما كان يصل تكبيرها إلى 270 مرة. ورأى هذا العالم ورسم صورًا لميكروبات مثل البكتيريا والخلايا الحية في الدم وسوائل الجسم.



الرؤية من خلال الميكروسكوب

يستطيع الميكروسكوب الضوئي تكبير حجم الأجسام 1000 مرة أو ربما 2000 مرة. لكن الصورة باهتة جدًا وضبابية فلا تفيد بشيء. أما الميكروسكوب الإلكتروني الذي يستخدم الإشعاعات الإلكترونية بدل الإشعاعات الضوئية ففي إمكانه تكبير الصورة بشكل أكبر بكثير.

راجع أيضًا: الاتصالات الضوء ص 62

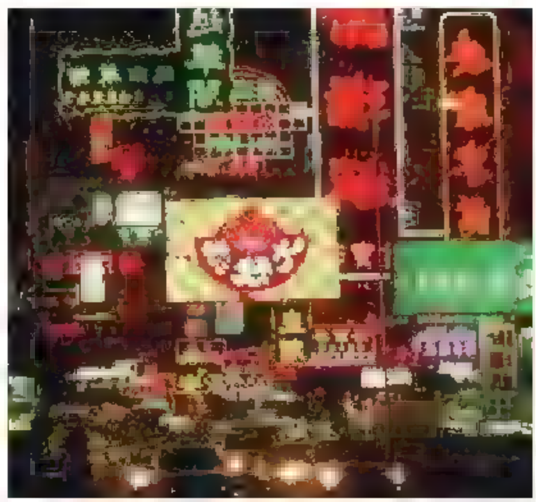
التلسكوب

يقرّب التلسكوب الضوئي الأشياء البعيدة، بدءًا من قمر اصطناعي أو محطة فضائية تدور حول الأرض وصولاً إلى النجوم والمجرات الواقعة على مسافة مليارات الكيلومترات في عمق الفضاء. ولأن العدسات المكبرة قد يتخللها بعض العيوب الصغيرة، فإنها تستخدم معظم التلسكوبات الفلكية الحديثة المرايا. ويسمّى هذا النوع من التلسكوبات «التلسكوب العاكس». ويبلغ طول أكبر المرايا 5 أمتار عرضًا.



يحتوي التلسكوب الكاسر على عدستين أو مجموعات تكسر الإشعاعات الضوئية أو تلويها تلتقط العدسات الكبيرة في المقدمة الضوء الضعيف وتركزه. وتظهر العدسة العينية الصغيرة الصورة بشكل أكبر فيصبح في الإمكان رؤيتها بوضوح

يستخدم التلسكوب العاكس المرايا لعكس الضوء. تلتقط المرآة المجوفة الكبيرة الإشعاعات الضوئية وتركزها. وثمة مرآة أخرى تعكس الضوء على عدسة عينية صغيرة تقع إلى جانب التلسكوب، الأمر الذي يجعل الصورة تبدو أكبر حجمًا.



الضوء في الليل

من دون الضوء سيبدو المنظر في الليل مختلفًا جدًا. ولن يتمكن الناس من التجول أو الذهاب لتناول الطعام أو تنفيذ الأعمال أو زيارة الأصدقاء والأقارب أو الاستمتاع. ولن تضيء لوحات الإعلانات المشهد. والأهم من ذلك، أنه سيصعب على خدمات الطوارئ الوصول إلى مكان الحادث أو الكارثة ولن تتمكن المستشفيات من معالجة المصابين.

الرؤية في الفضاء

تسمّى التلسكوبات التي تكتشف الإشعاعات الضوئية «التلسكوبات البصرية» (تظهر في الصورة أدناه إلى جهة اليمين). تبنى عادةً على الجبال، عاليًا فوق الهواء الأغبر قرب الأرض. وتوضع أيضًا بعيدًا من أضواء المدن الباهرة التي قد تطمس ضوء النجوم الخافتة جدًا. لكن الأنواع الأخرى من التلسكوبات لا ترصد الموجات الضوئية بل الموجات اللاسلكية القادمة بشكل طبيعي من الفضاء. وتضم هذه التلسكوبات أطباقًا كبيرة (تظهر في الصورة أدناه إلى جهة اليسار) وتسمّى التلسكوبات اللاسلكية.



القسم

5

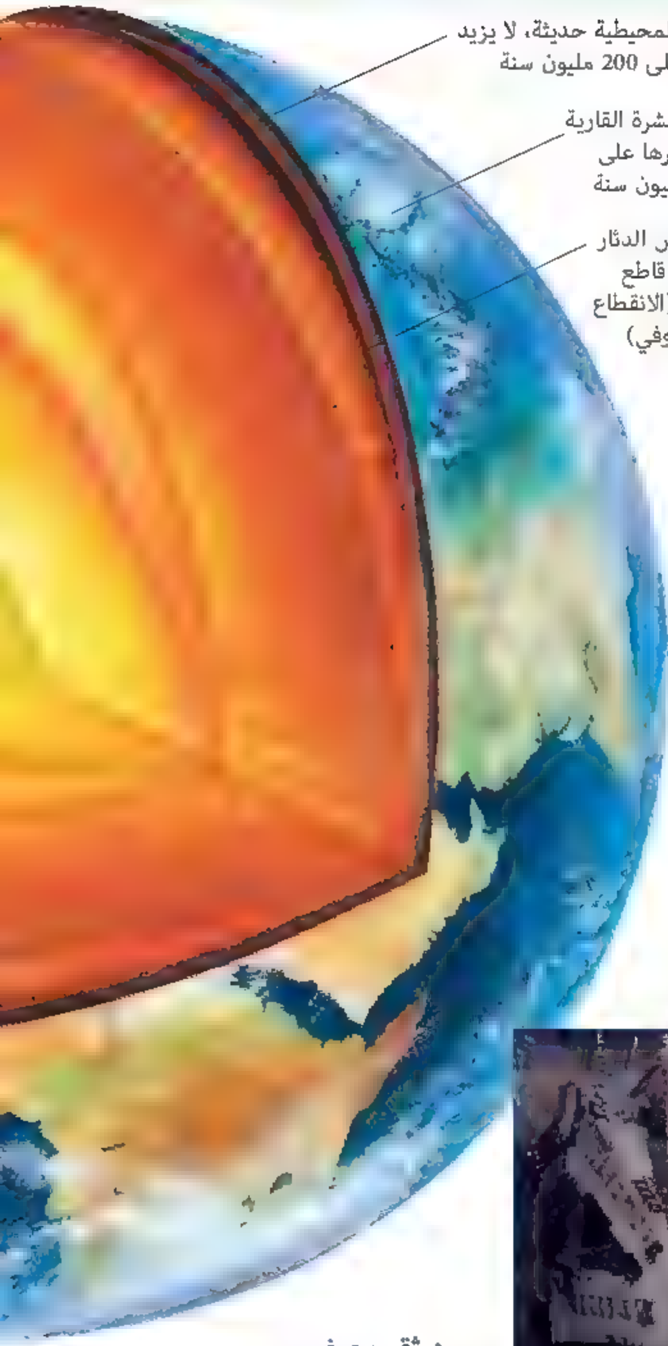


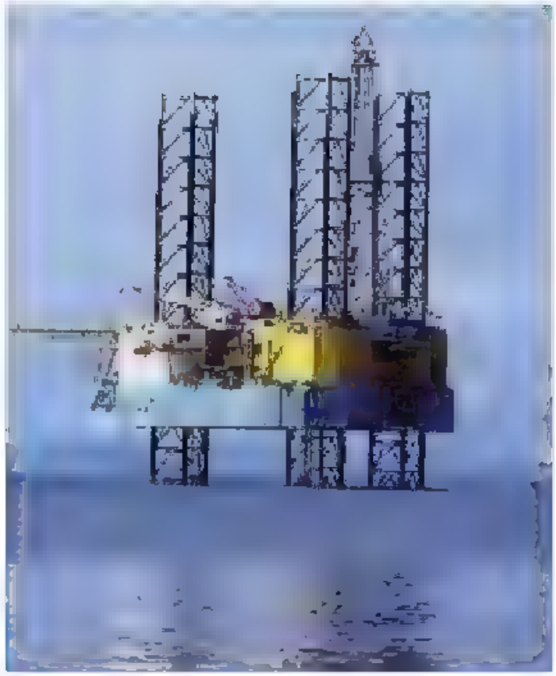
الأرض والحياة

كوكبنا عبارة عن كرة صخرية ضخمة، تدور في الفضاء وتبلغ 12.800 كيلومتر عرضًا. سطحها في تغير دائم. تنتقل أنماط الطقس فوق البحر واليابسة يوميًا. وتتفجر البراكين وتشق الزلازل الأرض سنويًا. وعلى مرّ ملايين السنين، تلتحم الصخور بالجبال وتنجرف القارات الكبيرة حول الكرة الأرضية.









الحفر العميق

تمتد غالبية الحفر المُحدثة للتنقيب عن المعادن، مثل البترول (النفط الخام) على عمق بضع مئات الأمتار. ولقد بلغت الحفرة الأكثر عمقًا في قعر البحر في المحيط الهادي الشرقي 2111 مترًا نزولًا. أما على اليابسة، فامتدت أعمق الفجوات على عمق 12,260 مترًا تقريبًا في شبه جزيرة كولا، في روسيا الشمالية. تجاوزت حرارة الصخور في قاع الأرض 200 درجة مئوية. علمًا أن هذه المسافة لا تكاد تشكل نصف الطريق في القشرة.



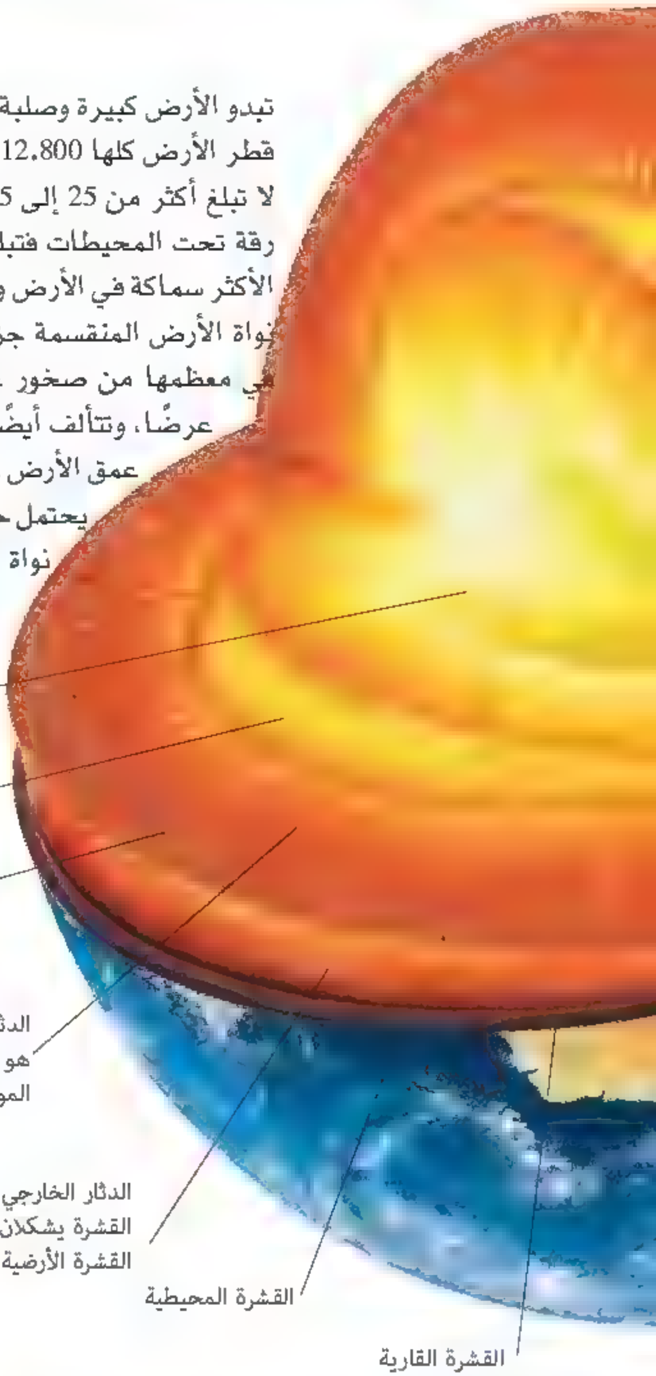
مجرد ثقب صغير

تعدّ المشاريع مثل نفق المانش الممتد ما بين فرنسا وإنكلترا إنجازات هندسية كبيرة. يصل طول النفقين التوأمين إلى 50 كلم ويمتدان على أمتار عدة تحت قاع البحر. لكن هذا أصغر ثقب في سطح الكوكب فحسب.

انظر أيضًا: الأرض في الفضاء ص102

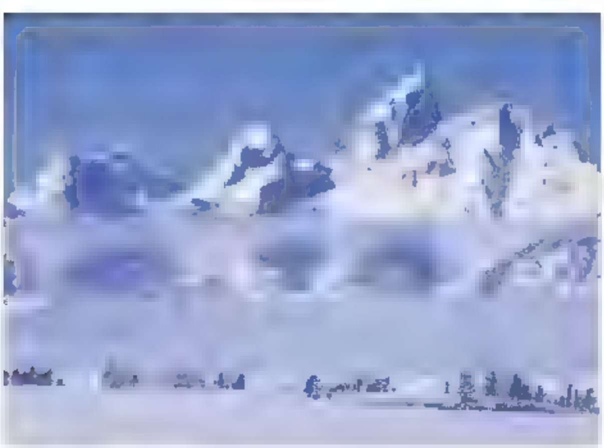
داخل الأرض

تبدو الأرض كبيرة وصلبة، لكنها من الداخل ذائبة أو شبه ذائبة وهي في حركة دائمة. يبلغ قطر الأرض كلها 12.800 كليومتر. لكن سماكة طبقة الأرض الخارجية القاسية (القشرة) لا تبلغ أكثر من 25 إلى 35 كيلومترًا تحت الكتل الأرضية الكبيرة أو القارات، وتصبح أقل رقة تحت المحيطات فتبلغ سماكتها ما بين 5 و10 كيلومترات. وتقع تحت القشرة الطبقة الأكثر سماكة في الأرض وتسمّى الدثار، ويصل عمقها إلى 2900 كيلومتر. يتخلل هذا الدثار نواة الأرض المنقسمة جزءين: النواة الخارجية التي تبلغ سماكتها 2200 كيلومتر، وتتألف في معظمها من صخور غنية بالحديد السائل؛ والنواة الداخلية الصلبة التي تبلغ 2500 عرضًا، وتتألف أيضًا بشكل أساسي من النيكل والحديد. وإذا تمكنت من النزول إلى عمق الأرض عبر حفرة، فسرعان ما ستصبح درجات الحرارة مرهقة بشكل لا يحتمل حتى على مسافة بضع عشرات الكيلومترات. تبلغ درجة الحرارة في نواة الأرض نحو 5000 درجة مئوية.



الطبقات

يشكل الدثار الطبقة الأكبر حجمًا من الكرة الأرضية. جزؤه العلوي صلب إلى حد ما لكنه يصبح شبه ذائب أو ليّنًا في العمق. يتألف الدثار من معادن صخرية غنية بالسيلكون والماغنيزيوم والحديد. يشكل الجزء العلوي الصلب بعض الشيء والذي تبلغ سماكته ما بين 60 إلى 90 كيلومترًا، بالإضافة إلى الطبقة الرقيقة التي تغطيه، القشرة الأرضية. إنه جزء بارد وصلب وينقسم إلى صفيحتين قاريتين كبيرتين. في القشرة، ترتفع الحرارة إلى ما بين 2 إلى 3 درجات تقريبًا لكل 90 مترًا عمقًا، لكن هذا المعدل سينخفض قريبًا.

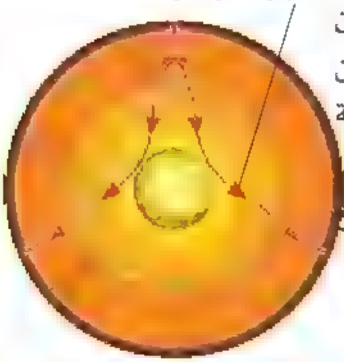


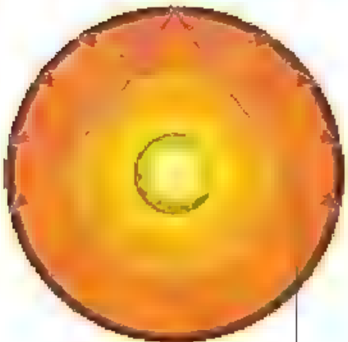
جذور الجبال

تشكل الجبال كتلًا صخرية كبيرة تظهر على مستوى أعلى من مستوى سطح الأرض العادي – وعلى مستوى أدنى منه أيضًا. مثلما تطفو كتلة خشبيّة سميكة على سطح المياه على ارتفاع أعلى وعلى عمق أكبر، كذلك تطفو جبال القشرة الأرضية على الصخور شبه الذائبة على ارتفاع أكبر وعلى عمق أكبر مما تفعل القشرة الأرضية الرقيقة الموجودة تحت المحيطات.

البراكين والهزات الأرضية

تضاهي قلة قليلة من الحوادث الطبيعية رهبة تفجر البراكين أو الهزات الأرضية. فالبركان هو مكان حيث تنصهر في القشرة الأرضية صخور سائلة حمراء ملتهبة (الصهارة) من باطن الأرض وتتفجر على السطح. أما الزلازل فهي موجات صدمية تنجم عن حركة مفاجئة في أحد تصدعات القشرة الأرضية. تحدث البراكين والهزات الأرضية بشكل مريب غير متوقع، ولكن ليس في أي مكان. إذ إن معظمها يحدث في مناطق تتلاقى مع التصدعات القائمة بين الصفائح التكتونية الكبيرة التي تشكّل سطح الأرض.





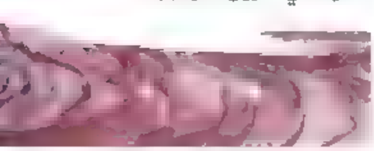


كيفية حدوث الهزات الأرضية

تحدث معظم الهزات الأرضية بسبب تفسخ الصفائح التكتونية عندما تنزلق بمحاذاة بعضها. تلتوي الصخور على جانبي الصدع وتتمدد لبعض الوقت. وفجأة إما أن تنكسر أو أن تنزلق، باعثةً موجات صدمية تسمّى الموجات الزلزالية التي تسبب اهتزازت في الأرض.

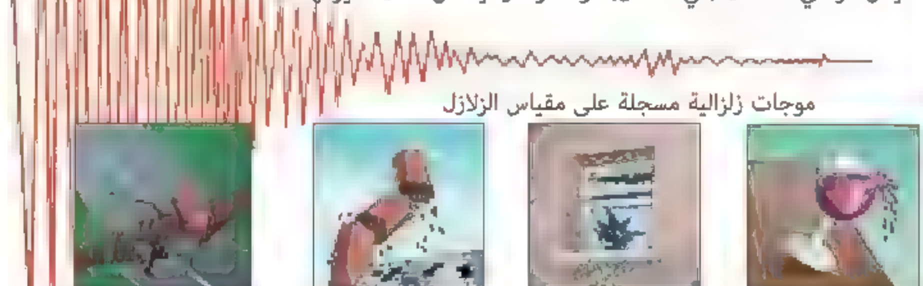
الموجات الزلزالية

تنتقل معظم الموجات الزلزالية من الأرض بسرعة مضاعفة بعشرين مرة عن سرعة الصوت. وتتركز غالبية قوّتها قرب بؤرة الزلزال أو ما يعرف بمركز الزلزال الجوفي وهي النقطة التي ينطلق منها الزلزال. ويسمّى موقع الزلزال فوق سطح الأرض المركز السطحي للزلزال. لكن قوة هذه الموجات تتضاءل شيئًا فشيئًا في طريق خروجها.



حجم الهزة الأرضية

ثمة عدة طرق لتسجيل حجم الزلزال وقوّته، يقاس معظمها بشكل كبير بمقياس ريختر، الذي يعتمد على ارتفاع الموجات المسجلة على مقياس الزلازل (آلة ترصد ذبذبات الأرض). لكن تأثيرات الهزة التي يبلغ قياسها 6 درجات على مقياس ريختر تختلف بحسب طبيعة الأرض. فهي تسبب المزيد من الضرر إذا كانت أساسات الأبنية قائمة في أرض رملية أو صخرية في حين أن التأثير يكون أخف وطأة على الأبنية المشيدة على أرض صخرية صلبة. يظهر مقياس مركالي المعدّل (في الأسفل) قوة هزة أرضية من خلال تأثيراتها.



2 - يشعر بها الناس من خلال تأثيراتها قليلة خفيفة

6 - يشعر بها الجميع، بضعة أضرار

8 - أضرار بنيوية كبيرة

11 - تصدعات واسعة، دمار الأبنية

انظر أيضًا: داخل الكرة الأرضية ص84



البراكين المتفجرة

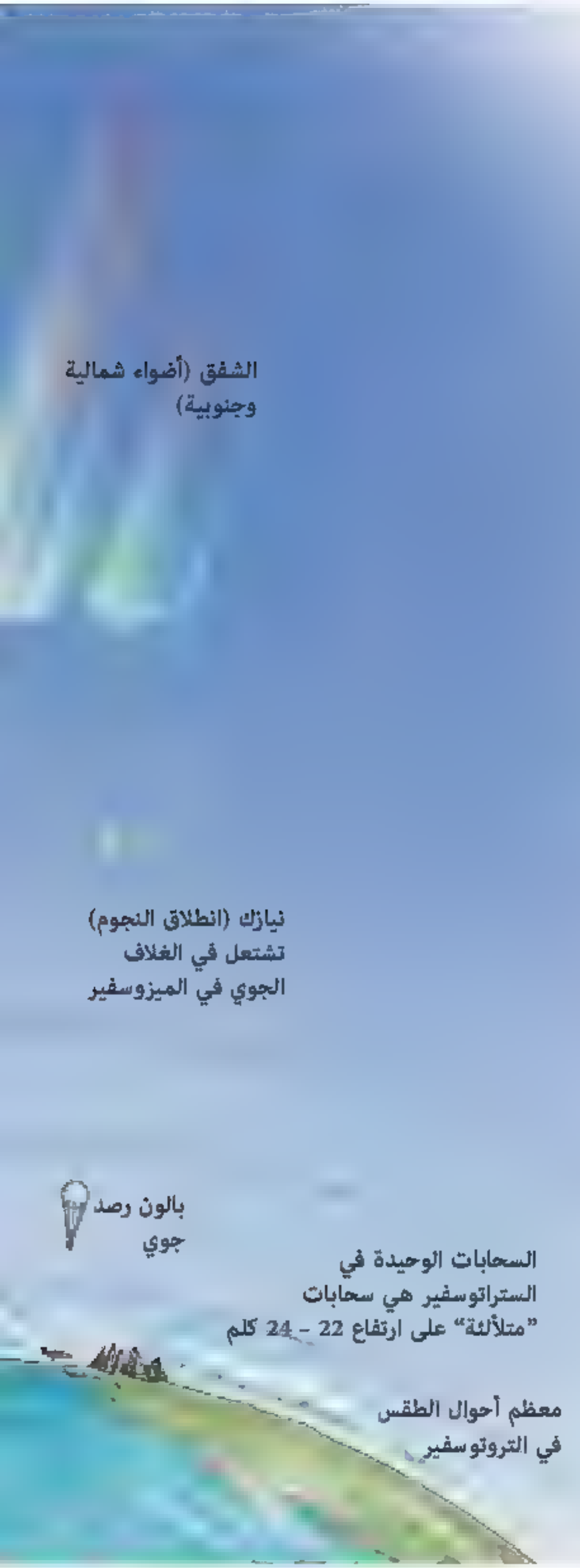
عندما تكون الصهارة رقيقة ومتدفقة، تسيل الحمم من البراكين معظم الوقت. لكن الانفجارات البركانية المذهلة تحدث عندما تصطدم الصفائح التكتونية بعضها ببعض. هنا يندفع الصخر إلى جوف الأرض ويذوب ومن ثمّ يصبح سميكًا ولزجًا عندما يخرج إلى سطح الأرض - لزجًا جدًّا إلى حدّ أنه يسد فوهة البركان. ومن ثم يتراكم الضغط كثيرًا فتندفع فيه المواد المنصهرة متفجرة فتنفث حممها ورمادها ودخانها.

الحمم المتدفقة

كلما كانت حرارة الحمم عالية، أي تجاوزت الـ1000 درجة مئوية، تدفقت بسهولة أكبر وعلى مسافة أبعد. وبحسب نوع الصخور، تبرد الحمم تدريجًا وتتحول إلى أقراص مسطحة أو أشكال من الحبال أو الأمواج أو إلى تراكمات قشرية مسنّنة حادة

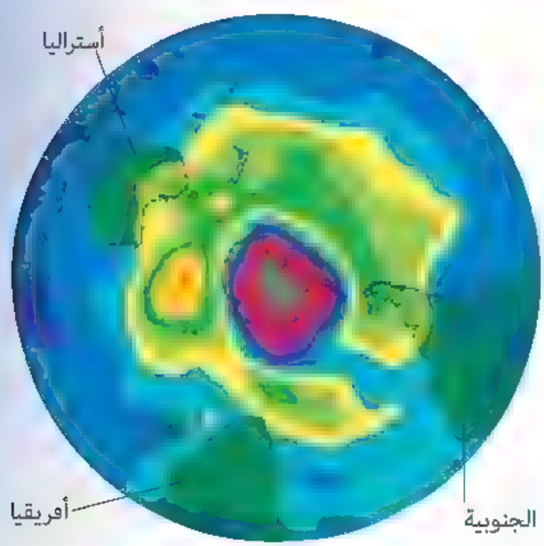
الغلاف الجوي

يحيط كوكبنا بطانة رقيقة من الغازات تسمّى «الغلاف الجوي». إنه أكثر سماكة على الأرض من قشرة على برتقالة ويبلغ ارتفاعه نحو 1000 كيلومتر قبل أن يتوارى في فضاء العدم الأسود. ومن دون الغلاف الجوي، يخلو كوكبنا من الحياة كالقمر. يمنحنا الهواء لنتنفس والماء لنشرب. ويبقينا دافئين بفعل الاحتباس الحراري الطبيعي. ويقينا من أشعة الشمس المؤذية والنيازك.



طبقات الغلاف الجوي

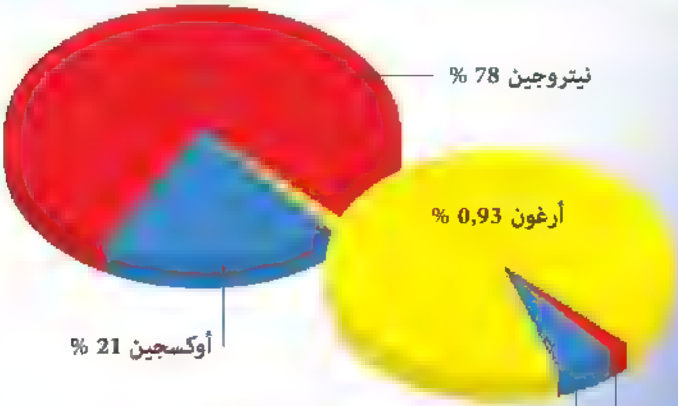
يقسم العلماء الغلاف الجوي طبقات. ونحن نعيش في الطبقة الدنيا المسماة التروبوسفير. وإذا ما قارناه ببقية الغلاف الجوي، فإن التروبوسفير يشبه حساء كثيفًا سميكًا، ويحتوي على ثلاثة أرباع غازات الغلاف الجوي كله على الرغم من أن ارتفاعه لا يتجاوز 12 كيلومترًا. يسخن التروبوسفير بفعل الشمس، لكنه يحصل على معظم هذه الحرارة بشكل غير مباشر بانعكاسها من الأرض. وكلما ارتفعنا في الجو، أصبح الهواء أكثر خفة وبرودة.



اختراق أشعة الشمس

يحتوي الستراتوسفير على طبقة رقيقة أساسية من غاز الأوزون. وهو حتى الآن، ما زال يحتوي على ما يكفي لوقايتنا من خطر الأشعة ما فوق البنفسجية المنبعثة من الشمس. لكنه الآن يتعرض للاعتداء من مركبات الكربون الكلوروفلورية التي كانت تستخدم في الرذاذ المضغوط الهواء وكمبردات في البرادات. تظهر ثقوب طبقة الأوزون الآن فوق القطب الجنوبي (المرمزة بالأحمر أعلاه) والقطب الشمالي في كل فصل ربيع وتدوم لوقت أطول في كل عام.

انظر أيضًا: الطقس والمناخ ص 90



غازات الغلاف الجوي

يتكون أكثر من 99 في المئة من غازات الغلاف الجوي من غاز النيتروجين (78 %) وغاز الأوكسجين (21 %). أما الواحد في المئة المتبقي فهو من الأرغون وثاني أوكسيد الكربون وبخار الماء وآثار من غازات أخرى كالهيليوم والأوزون.



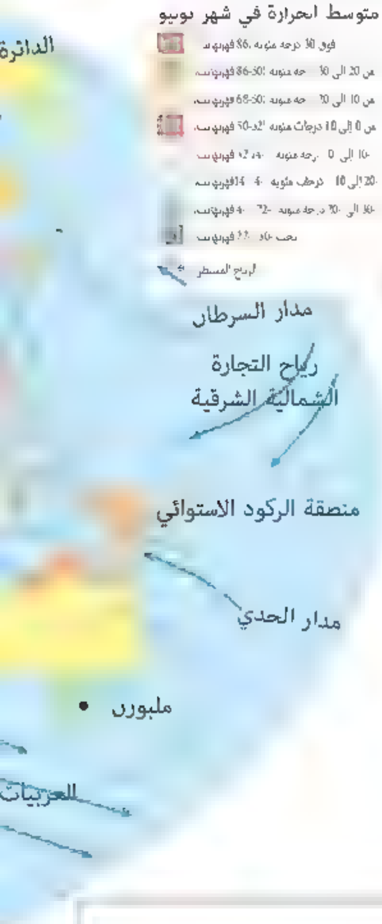


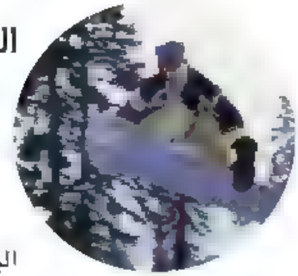
قياس الضغط الجوي

ينخفض الضغط الجوي مع الارتفاع لأن الهواء يصبح أكثر خفة. وعندما ترتفع في الجو باتجاه الستراتوسفير، ينخفض الضغط الجوي كثيرًا بحيث لا يمكن للإنسان أن يعيش فيه. لذا إذا ارتفعت إلى هذا العلو (سواء في طائرة أم مظلة) فعليك أن تبقى في مقصورة مكيفة الضغط. يحتاج متسلقو الجبال الذين يتسلقون أعلى القمم عادةً إلى أقنعة من الأوكسجين للتنفس. وحتى في هذه المسافة القصيرة عبر الغلاف الجوي، على مسافة بضعة كيلومترات، يصبح الأوكسجين خفيفًا جدًا. ومع أن هبوط الأوكسجين في هذه الأمكنة لا يتعدى بعض النسب المئوية، فإنه كافٍ لضيق التنفس

الطقس والمناخ

تحدث في الطقس تغيّرات يومًا بعد يوم وأسبوعًا بعد آخر في الغلاف الجوي. نلاحظ ذلك عند شروق الشمس وتلبد الغيوم وارتفاع الحرارة وعصف الريح وهطول المطر وشحّه، والبرودة وتساقط الثلج وتكوُّن الجليد. يؤثر الطقس في حياتنا اليومية سواء أكنا نخطط لنزهة أم نقود طائرة نفاثة في العاصفة. أما المناخ فهو حالة الطقس على فترة طويلة من السنوات والعقود والقرون. يحدد المناخ مكان عيش أنواع من النباتات والحيوانات ونمو المحاصيل التي نزرعها في فصول مختلفة.



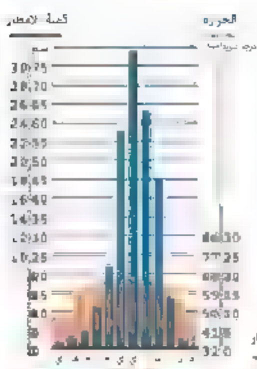


المناخ العالمي

تدفىء حرارة الشمس أجزاء مختلفة من اليابسة والبحر بدرجات متنوعة. وبما أن الشمس علوية في المناطق الاستوائية، فإن إشعاعاتها لا تضطر لاختراق طبقات كثيرة من الغلاف الجوي، ما يؤدي إلى تزايد تأثير الحرارة. يرتفع الهواء الدافئ ويسري الهواء البارد ليحلّ محلّه. وتعرف هذه الحركة الكبيرة للهواء في الجو بالريح. وتدفئ الشمس أيضًا مياه المحيطات بدرجات مختلفة وتسخن الهواء فوقها. تسحب الأرض التي تبقى دائمة الدوران حول نفسها الغلاف الجوي معها. وينجم عن ذلك أنماط عالمية من الرياح تحدث سنويًا بشكل دوري منتظم (الصورة إلى اليسار). سمّيت الرياح الأساسية منذ كانت السفن تبحر حاملة الشحنات حول العالم، وهو ما كان يحتاج إلى قوة الرياح.

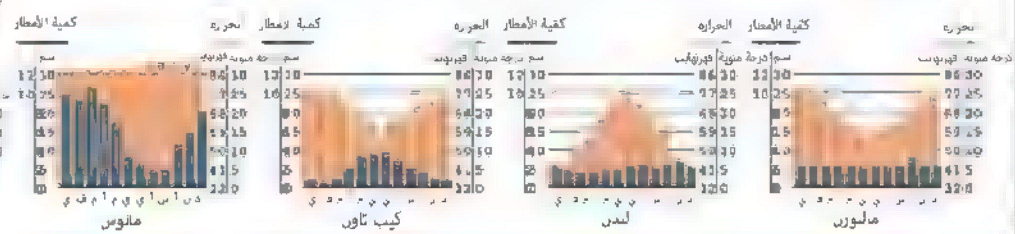
الحرارة وسقوط المطر

تظهر هذه الجداول البيانية كمية هطول الأمطار (بالأزرق) ودرجة الحرارة (بالبرتقالي) في عدة مدن حول العالم. كما تظهر أنواع مختلفة من المناخ وكيف تتأثر بالمحيطات واليابسات المجاورة. تتميز مدينة سياتل الواقعة في الشاطئ الغربي لأميركا الشمالية بمناخ ساحلي، طقس حار جاف في الصيف وطقس بارد رطب في الشتاء. وتتميز دارجيلينغ في الهند بمناخ موسمي مصحوب بأمطار موسمية وتتميز مدينة مانوس في البرازيل بمناخ رطب استوائي بحيث تبقى درجات الحرارة متشابهة على مدار السنة. وتملك مدينتا كيب في أفريقيا الجنوبية ومالبورن في أستراليا نطاقًا شبيهًا من درجات الحرارة، إلا أن هطول المطر في مالبورن أكثر انتظامًا في كل شهر، كما هي الحال في لندن الباردة أما كيب زيلانيا في القطب الشمالي الآسيوي فهي متجمدة في معظم أشهر السنة.

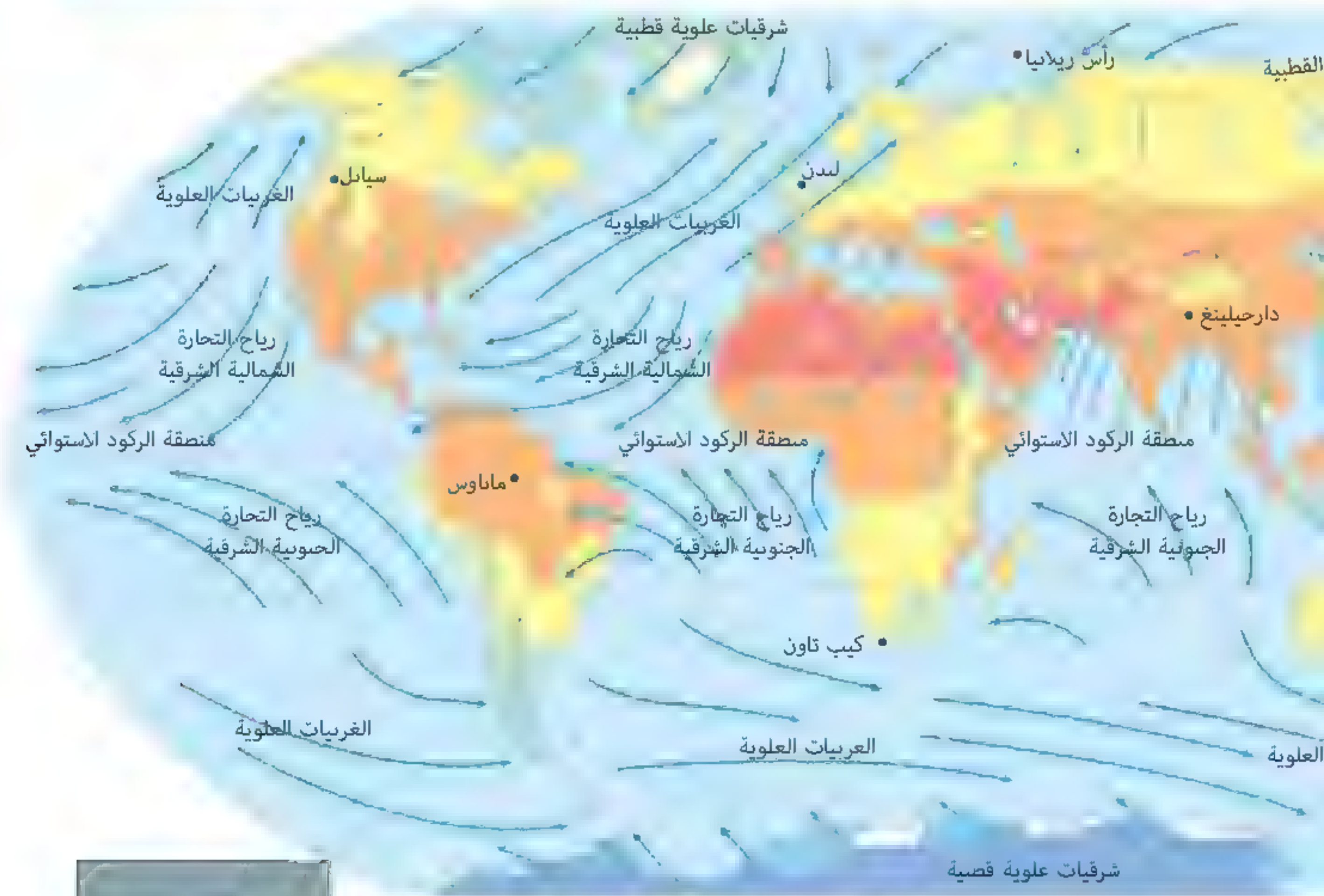








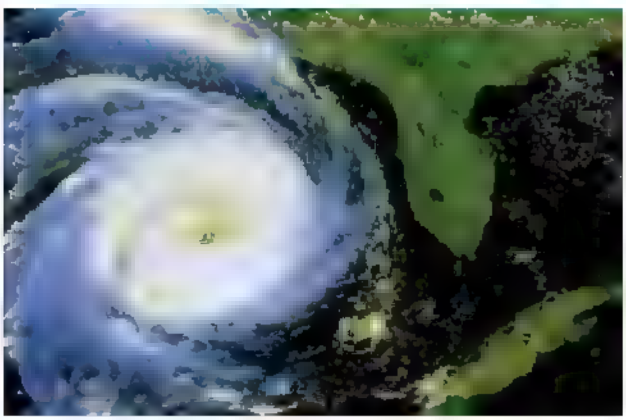
انظر أيضًا: الغلاف الجوي ص 88





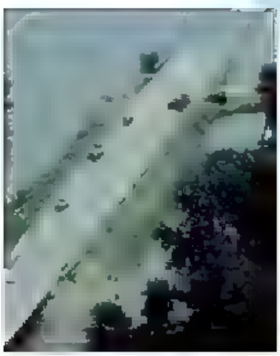
الجفاف

تتلقى المناطق الصحراوية أقل من 250 ميمترًا من متساقطات الأمطار سنويًا. وتشمل هذه المتساقطات كل أشكال المياه أو الماء المتجمد الذي يصل إلى الأرض، مثل المطر والضباب وحبيبات الجليد والندى والثلج والصقيع. وبما أن جميع الكائنات الحية تحتاج إلى الماء حتى تعيش، فإن الصحراء تفتقر إلى الحياة



العاصفة

تكون بعض أحوال الطقس هادئة وتتحرك ببطء، على خلاف بعض أحوال الطقس الأخرى. يشكل الإعصار منطقة من الرياح التي تتحرك بسرعة، بمعدل 112 كيلومترًا في الساعة أو أكثر، متفًا حول ما يسمّى عين الإعصار. تظهر هذه الصورة الملتقطة من قمر اصطناعي إعصارًا يقترب من شاطئ فلوريدا في الولايات المتحدة الأميركية.



الفيضان

تتكيف معظم المناطق التي تحتسها اليابسة بشكل طبيعي مع هطول المطر المعتدلة ولكن عندما يسقط المطر بكثافة، لا تستطيع الجداول والأنهار التعامل مع كمية هذه المتساقطات وتفجر مجروبها والحقيقة أن الاحتباس الحراري العالمي قد يؤدي إلى هطول المزيد من الأمطار في بعض المناطق

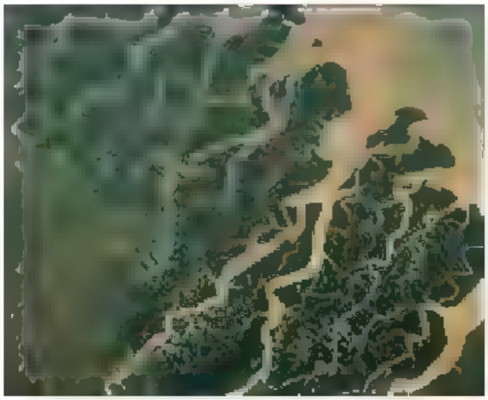
الأنهار والبحيرات

الأرض كوكب رطب جدًّا، يحتوي سطحه على أكثر من 1300 مليون كيلومتر مكعب من الماء. إلا أن نحو 97 في المئة من هذا الماء يتألف من ماء مالح في المحيطات والبحار. وثمة كمية إضافية من الماء بنسبة 2.2 في المئة متجمدة في الأنهار أو الكتل الجليدية. ما يجعل الماء غير المالح أو الماء العذب بنسبة أقل من واحد في المئة. لكن هذه النسبة تؤدي دورًا أساسيًّا في الحياة على الكرة الأرضية. لكن الواقع أنها لا تنضب، بل تدور في حلقة لا نهاية لها إذ تتبخر من المحيطات واليابسة وتتكثف في الغيوم وتتساقط على شكل مطر ومن ثم تجري في الأنهار لتصب في المحيطات من جديد.



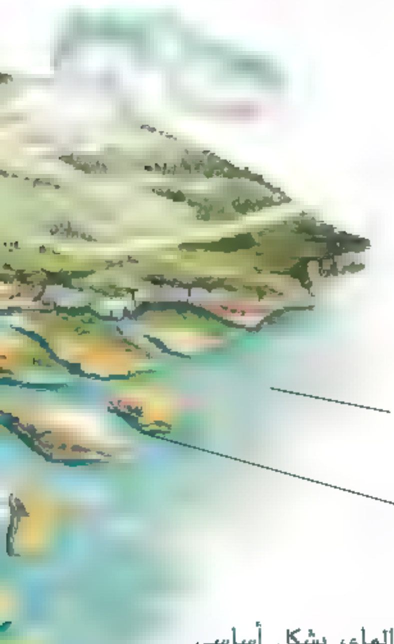
أنهار جافة

لا تتدفق بعض الأنهار إلا بعد العواصف الموسمية الغزيرة. وفيما تبقى من العام، يجف النهر مخلفًا قاعًا يابسًا، تسمّى الأودية أو الغدران. أما الجداول التي تجري على مدار السنة (جداول دائمة) فتعتمد على تسرب المياه من الأرض لتحافظ على جريانها بين كل عاصفة ماطرة وأخرى.



الدلتا

تجرف الأنهار معها كميات كبيرة من الرواسب كالرمل والطين. ولكن عندما تدخل هذه الرواسب البحر أو البحيرة تتباطأ سرعة الماء وتفقد قدرتها على الخرخرة بسبب الرواسب. يسقط الرمل والطين إذًا إلى الأرضية ويشكل مروحة كبيرة تسمّى الدلتا. ومع الوقت، ينقسم النهر بتدفقه عبر الدلتا عدة فروع أساسية.





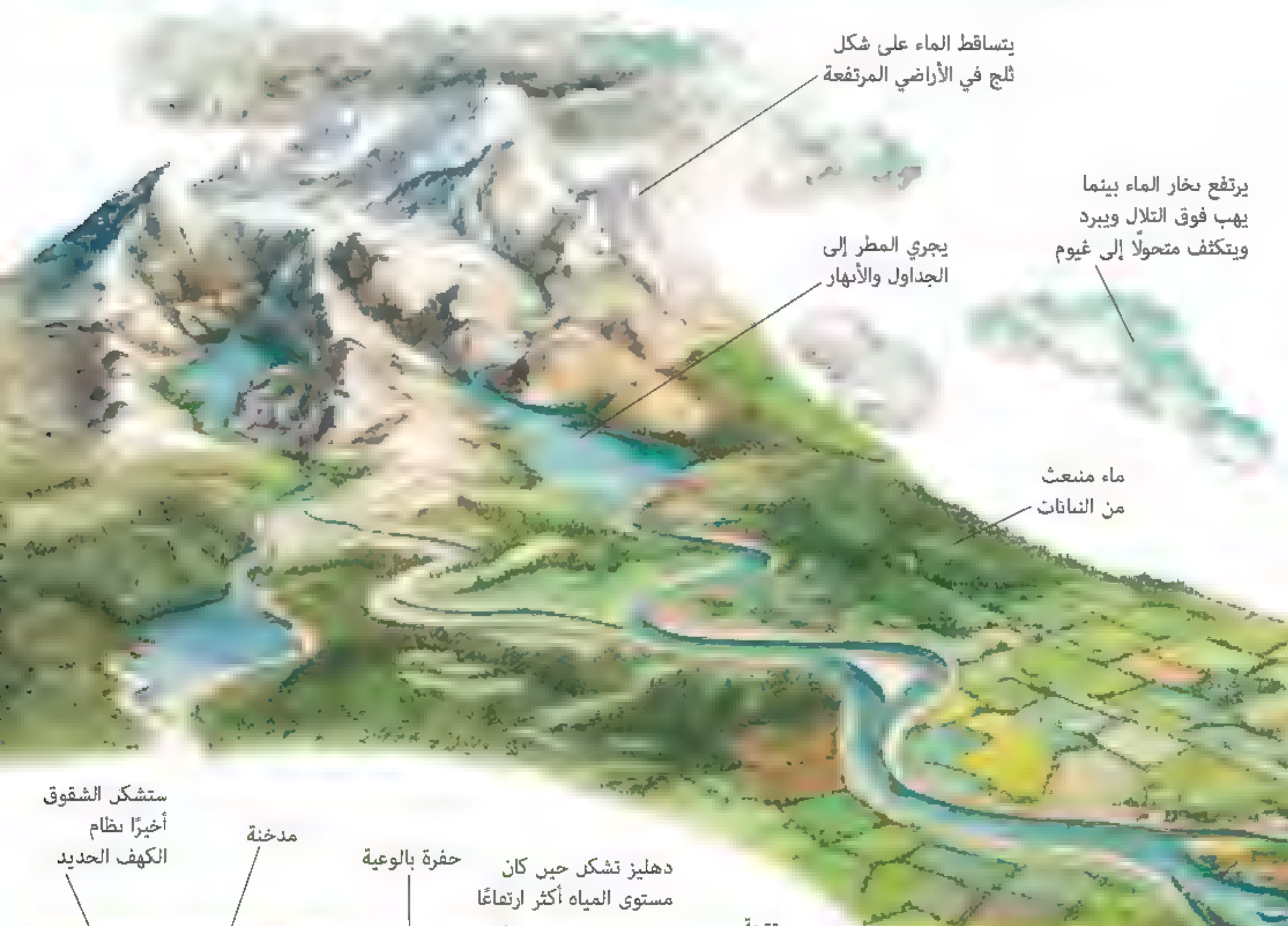
البرك والمستنقعات

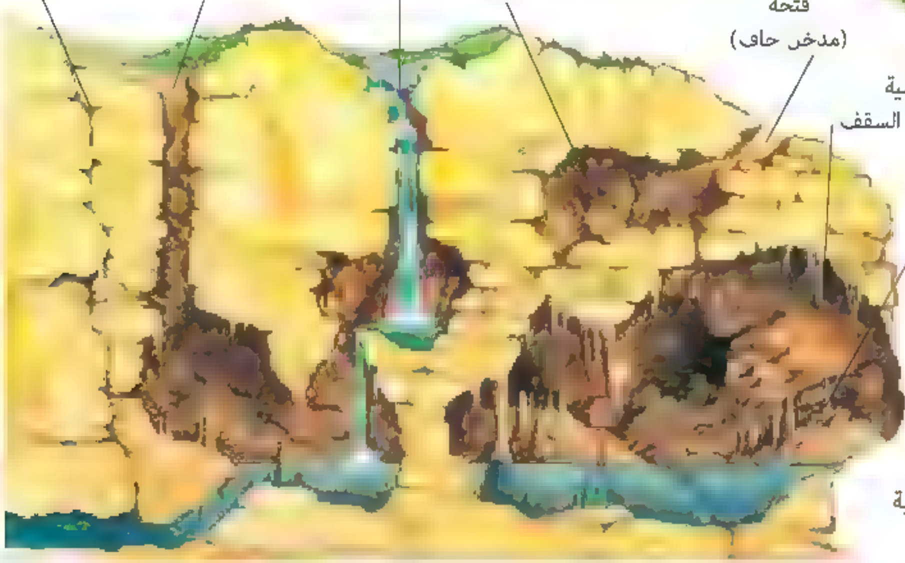
في بعض المناطق المنخفضة عن سطح الأرض، لا يجري الماء بسهولة. بل يقبع في المقابل على سطح الأرض في برك صغيرة تسدها النباتات لتشكيل مستنقع. تشكل دلتا أوكافانغو Okavango في بوتسوانا المكان الذي يتفرع فيه نهر أوكافانغو إلى عشرات الجداول الصغيرة ويتباطأ، جارفًا ترسباته من الصين والرمل. تغطي مستنقعات كهذه نحو واحد من ستة من سطح اليابسة وتحتوي على بعض أهم مواطن الحياة البرية.

دورة الماء

تبدأ دورة الماء عندما يتبخر الماء، بشكل أساسي من المحيطات والبحار وأيضًا من البحيرات والأنهار، بفعل حرارة الشمس. ويتصاعد الماء أيضًا أو يرشح من الأشجار والمحاصيل وغير ذلك من النباتات. وهذا كله ينتج بخار الماء الذي ينجرف عبر الغلاف الجوي. وعندما يبرد الهواء، يتكثف بخار الماء ويتحول إلى قطيرات من الماء أو كريستالات ثلجية، مشكلًا الغيوم. ومن ثم يتساقط الماء من الغيوم كأمطار أو ثلوج تتغلغل في الأرض فتمتصه النباتات أو يجري نحو الأنهار ويعود إلى البحيرات والبحار والمحيطات.

انظر أيضًا: الماء ص 20



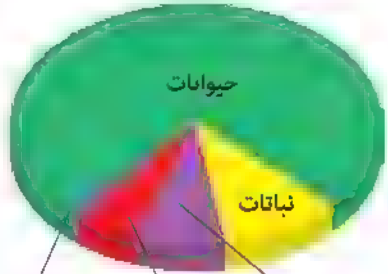


تحت سطح الأرض

تكون مياه المطر عادةً حمضية بشكل منخفض جدًا. وعندما تنساب في الصخور الكلسية تصبح مادة أكّالة جدًّا تحتّ الصخور وتذيبها لتشكل أخيرًا الكهوف. يكون الماء الذي يقطر من سقف الكهف كثيفًا وغنيًا بالمعادن الذائبة مشكلاً أعمدة كلسية هابطة وأعمدة كلسية صاعدة.

الحياة على الأرض

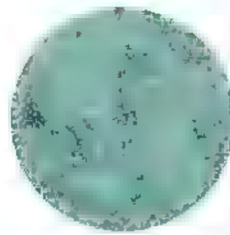
تقتصر الحياة على الأرض على منطقة ضيقة تقع ما بين الطبقات السفلية من الغلاف الجوي وقعر المحيط. لكن تنوعًا مذهلاً من الكائنات الحية يكمن في هذه المنطقة. وتعرف كائنات الأرض الحية كلها من نباتات وحيوانات وميكروبات وغيرها، بالغلاف الحيوي وهو غير منفصل عن العالم غير الحي لكنه مرتبط به، وبالتربة والصخور والماء والهواء بشكل وثيق.



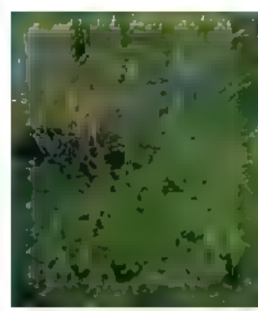
كم نوعًا تقسم الكائنات الحيّة؟

تقسم الكائنات الحيّة خمس مجموعات ضخمة أو مملكات. وتسمّى كل مجموعة أو مملكة من الكائنات الحية كالنمور أو شجرة البلوط «جنسًا». وتكثر أجناس الحيوانات فتتعدّى 5 ملايين جنس وهي من ناحية العدد أكبر من أي مملكة أخرى. ونجد هنا فقط المجموعات الكبيرة من كل مملكة. وقد صنّفت المملكات قديمًا بين مملكتين رئيسيتين هما: النباتات والحيوانات.

الوحدانات (10,000 جنس أقل)



البكتيريا



الزراقم

الطلائعيات (نحو 70000 جنس)



أميبيات الحركة

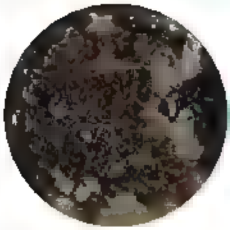


براميسيوم



يوغلينا

النباتات (من 350000 إلى 400000 جنس)



أعشاب بحرية (طحالب)



طحالب ونباتات كبدية



سراخس



الصنوبريات



نباتات مزهرة

الوحدانيات

هي كائنات مجهرية حية تتكوّن كل واحدة منها من خلية واحدة من دون نواة (مركز تحكم). وتشكّل الزراقم أو الطحالب الخضراء المائلة إلى الزرقة "طبقة" على البرك.

الطلائعيات

هي أيضًا كائنات حية مجهرية أحاديّة الخلية. ولكن لكل كائن منها نواة في داخلها. وتشمل هذه الكائنات أنواعًا شبيهةً بالحيوانات مثل الأميبا وأنواعًا شبيهةً بالنباتات مثل الأوغلينا.

النباتات

النبتة كائن حي يحتبس طاقة الضوء من الشمس عبر عملية التركيب الضوئي وتستخدمها لتحيا وتنمو. كما أن النباتات المزهرة تتكاثر بوساطة الأزهار أو التورّد وهي تشمل معظم الأشجار غير الصنوبرية كالشجيرات والأعشاب والأزهار والعشب.

انظر أيضًا: الحياة ما قبل التاريخ ص 96





الحيوانات

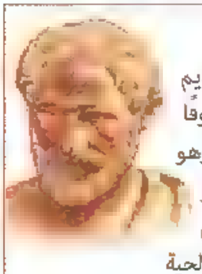
تستطيع غالبية الحيوانات التنقل هنا وهناك وتحسّس بيئاتها والحصول على طاقتها من الطعام أو الكائنات الحية الأخرى. تقسم الحيوانات نوعين: الحيوانات اللافقارية التي تفتقر إلى العمود الفقري والحيوانات الفقارية كالإنسان.





الفطريات

تشمل الفطريات الفطر والغاريقون (الفطر السام) والخمائر الصغيرة والعفن الذي ينمو على الطعام القديم. وتستمدّ الفطريات طاقتها من الكائنات الحية المتحللة أو الفاسدة.



اكتشاف علمي

كان أرسطو (384-322ق.م) وهو عالم يوناني قديم من أعظم علماء الطبيعة كما كان أيضًا فيسوفًا وعالمًا أيضًا. لقد أمضى الكثير من الوقت وهو يراقب الحيوانات والنباتات على شواطىء البحر الأبيض المتوسط. درس أحشاء المخلوقات كنجم البحر واقترح عملية جمع أو تصنيف الكائنات الحية بحسب تشابهها وكان أرسطو أيضًا أستاذ ألكسندر الكبير وتساءل ما إذا كانت الكائنات الحية تبقى على حالها، ولا تتغير إلى الأبد، أو ما إذا كانت تتغير أو تتطور مع الزمن. ويتبنّى معظم العلماء اليوم النظريّة التي تشير إلى أنّ الكائنات الحيّة تتطوّر.

الحياة ما قبل التاريخ

منذ مليارات السنين على الأرض، كانت الكائنات المجهرية وأحاديّة الخليّة الكائنات الحية الوحيدة. وبعد مرور نحو 700 مليون سنة، ظهرت في البحر الحيوانات الحقيقيّة الأولى كقنديل البحر والإسنفجات. وكانت هذه الحيوانات ملساء الجسم ولكن نادرة المتحجرات التي تعطينا فكرة واضحة عن شكلها. وبعد مئتي مليون سنة، ظهرت الكائنات ذات الأجزاء القاسية (أصداف وعظام). ومذاك، أيّ مع بداية العصر الكمبري، بدأت المتحجرات تصبح مفصّلةً أكثر فأكثر. وعاشت بعض أنواع الحيوانات مثل القروش والتماسيح لمدة زمنية طويلة. وبعضها الآخر انقرض عندما تغيرت أوضاعها. ولا تزال بعض الحيوانات تتغير تدريجًا أو تتطور لتصبح أشكالها اليوم مختلفة عمّا كانت في فترة ما قبل التاريخ.



المتحجرات

إنها في الغالب الأجزاء القاسية من الكائنات الحية، مثل الأسنان والمخالب والهياكل، والقرون والحشب، التي أصبحت حجرية وحفظت في الصخور

الزمن الجيولوجي

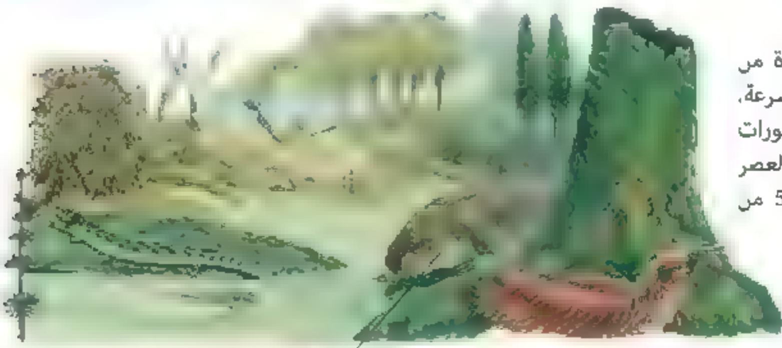
يبلغ عمر الأرض 4.6 ملايين سنة. وكما يقسم الوقت ساعات ودقائق وثواني كذلك يقسم تاريخ الأرض أربع فترات زمنية كبيرة عرفت بالعصور. وجمعت العصور الثلاثة الأولى التي امتدت على مدى 4 ملايين عام وعرفت بالزمن ما قبل الكمبري، فقلة قليلة من المتحجرات صمدت لتدلنا على بعض ما كانت عليه الأرض. أما العصر الأخير، أيّ عصر الحياة الظاهرة فبدأ منذ نحو 540 مليون سنة وقسم أربعة أزمنة. والأزمنة بدورها تقسم حقبًا وكل حقبة تدوم ما بين مليوني و 80 مليون سنة.



انظر أيضًا: الحياة على الأرض ص 94

انقراض جماعي

تظهر المتحجرات حدوث انقراصات في أوقات متعددة من تاريخ الأرض، إذ انقرض عدد كبير من أنواع الكائنات الحية بسرعة. ففي نهاية العصر الكريتاسي أو الطباشيري انقرضت الديناصورات والزواحف المجنّحة (نوع من الزواحف) وغيرها. وفي نهاية العصر البرمي كثرت الانقراصات وتشير المتحجرات إلى أن 5،4 من أشكال الحياة قد اندثرت.

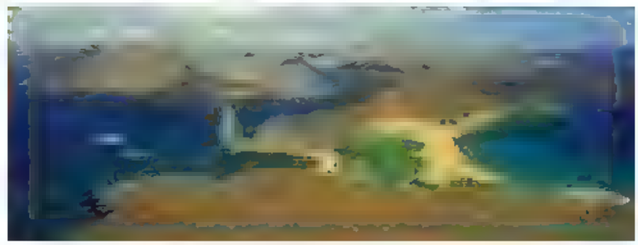


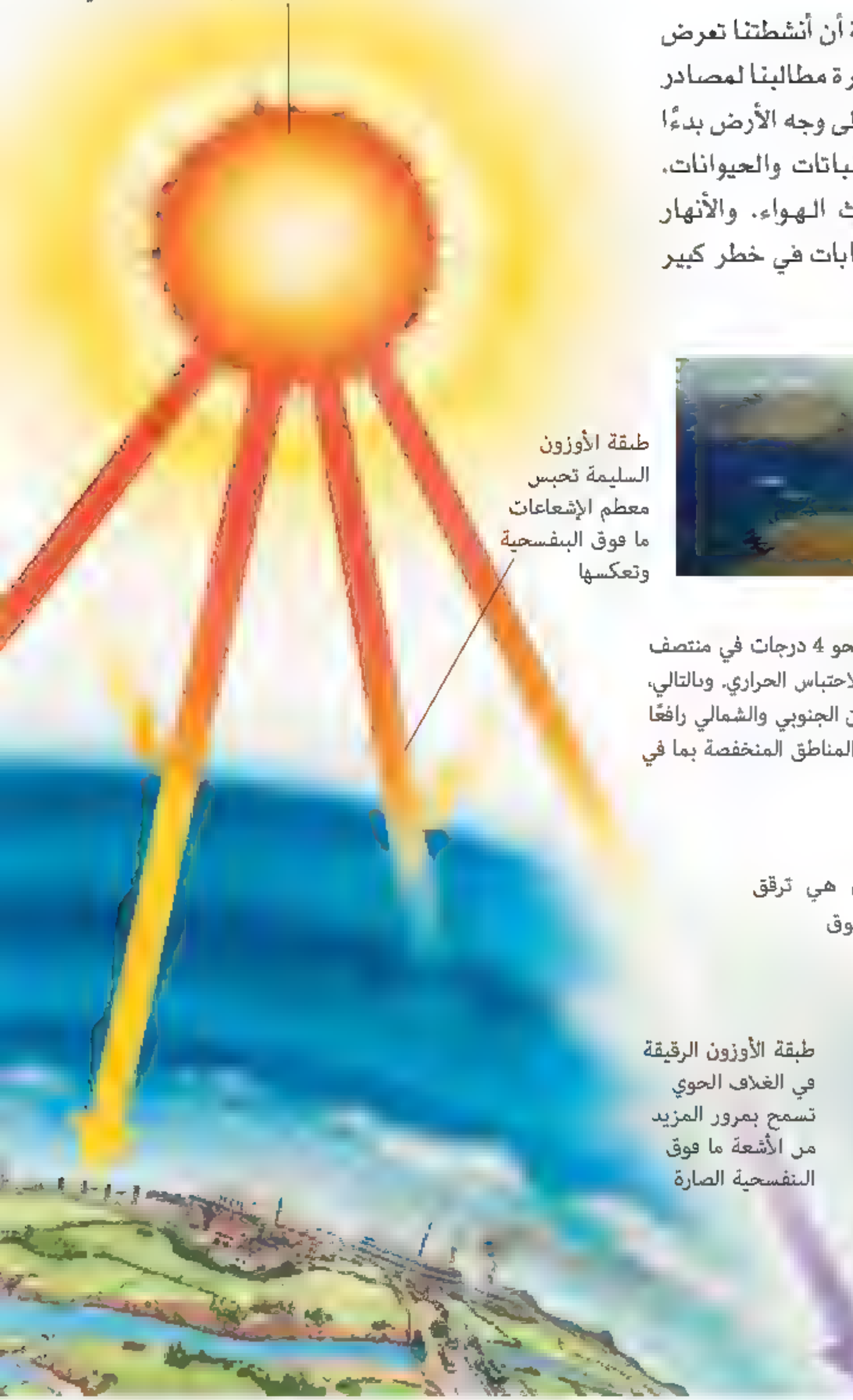


العصر الفحمي	العصر البرمي	العصر الثلاثي	العصر الجوراسي	العصر الطباشيري	العصر الثالث
360 إلى 286 ق.م	286 إلى 245 ق.م	245 إلى 202 ق.م	202 إلى 144 ق.م	144 إلى 65 ق.م	65 ق.م إلى الوقت الحالي

الأرض في خطر

يسيطر البشر حاليًّا على الأرض والحقيقة أن أنشطتنا تعرض كوكبنا لخطر لا يمكن إصلاحه. كما أن كثرة مطالبنا لمصادر الأرض الضعيفة تهدد كل ما هو موجود على وجه الأرض بدءًا من الغلاف الجوي وصولاً إلى حياة النباتات والحيوانات. فعوادم السيارات ودخان المصانع تلوّث الهواء. والأنهار تسمّمها المواد الكيميائية الزراعية، والغابات في خطر كبير تختفي الأرياف تحت نير الإسمنت.





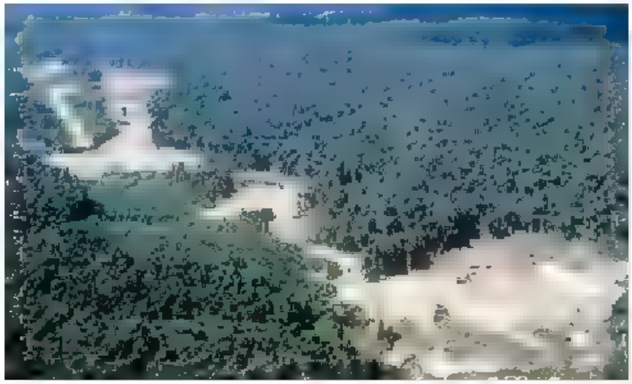
هل اقتربت النهاية؟

سيؤدي الاحتباس الحراري إلى ارتفاع حرارة الأرض نحو 4 درجات في منتصف القرن الحادي والعشرين وذلك بسبب تفاقم تأثير الاحتباس الحراري. وبالتالي، سيؤدي ذلك إلى ذوبان الكثير من الثلج في القطبين الجنوبي والشمالي رافعًا بذلك مستوى البحار ومتسببًا بفيضانات مدمرة في المناطق المنخفضة بما في ذلك المرافئ والمناطق الساحلية.

الضرر الذي يتعرّض له الغلاف الجويّ

تلحق عمليتان رئيسيتان الضرر بالأرض.الأولى هي ترقق طبقة الأوزون التي تمتص معظم الأشعة ما فوق البنفسجية الضارة وتحمينا منها. والثانية هي تأثير الاحتباس الحراري الذي لطالما كان موجودًا، لكنه اليوم يصبح أشد وأقوى.

انظر أيضًا: الغلاف الجوي ص88، الطقس والمناخ ص90.

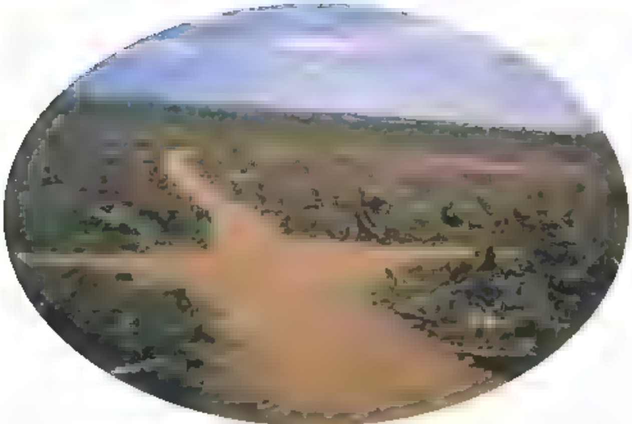


المياه المسمّمة

الذهب معدن ثمين يجعل المنقبين عنه أغنياء بسرعة. ففي أجزاء من غابات الأمازون، عثر في الماء على جزيئات صغيرة جدًا من الذهب. ويمكن الحصول على هذه الجزيئات عبر مزجها مع معدن الزئبق. غير أنّ الزئبق غير النافع أو المستعمل هو سام جدًا ويكتسح كل شيء، مسببًا الموت للسمك وللكائنات الحية الأخرى التي تعيش في الماء على بعد مئات الكيلومترات نزولًا.

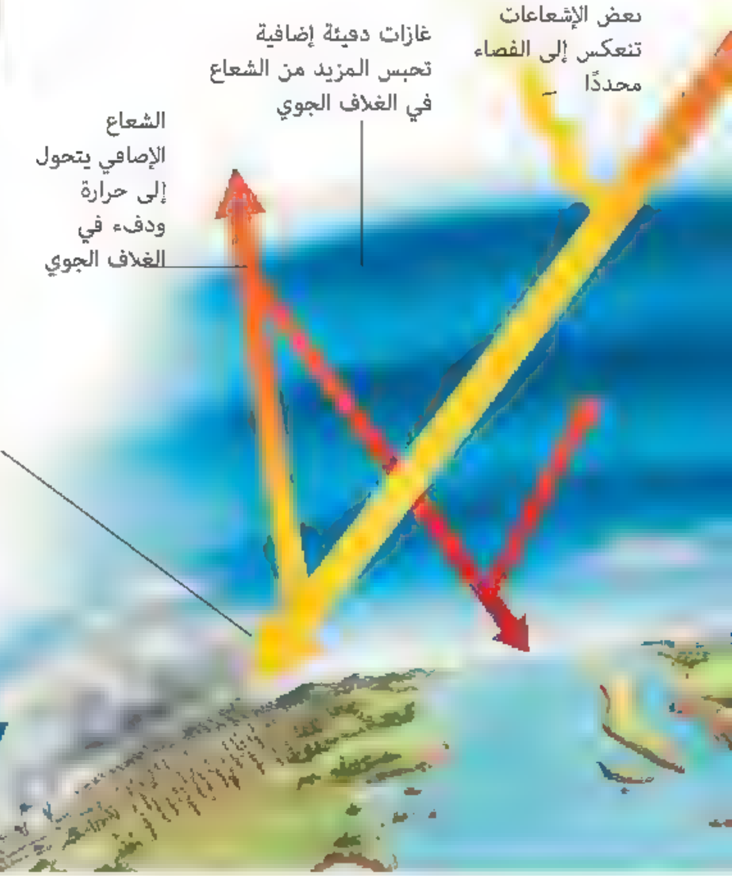
التناقضات العالمية

- يستخدم الشخص العادي في الولايات المتحدة الأميركية 34 ميون كيلوجول من الطاقة يوميًا وفي الهند يصبح هذا الرقم 0.6 ميون
- يستهلك العالم المتحضر ثلاثة أرباع طاقات العالم في حين أن الربع الآخر يقصر لسائر العالم
- وتستمد طاقة العالم 5 في المئة من مجموعها من الموارد المتجددة كالماء والريح وأشعة الشمس
- ويقع 20 مليون هكتار من الغابات الاستوائية ضحية جشع الإنسان بالإضافة إلى ذلك، يفقد العالم سنويًا أكثر من 7 ملايين هكتار من الأراضي الزراعية بسبب انجراف التربة الناجم عن الإفراط في الزراعة



انجراف التربة

عندما نزرع في التربة بشكل مكثّف، تستنفد معادنها وعناصرها الغذائية. وتعجز جذور الأشجار والنباتات الأخرى عن ضمّ جسيمات التربة. وتصبح التربة لينة وتعصف بها الريح أو تجرفها الأمطار إلى الأنهار.



تأثير الاحتباس الحراري

يتلقى الغلاف الجوي من الشمس عددًا كبيرًا من أنواع الإشعاعات والموجات. بعضها ينعكس ويرتدّ داخله ويتحول إلى دفء. ومن دون هذا التأثير الطبيعي الذي كان يحدث على مرّ ملايين السنين، لكانت حرارة الأرض أكثر برودة بـ 10 – 15 درجة. لكن الغازات الناجمة عن أنشطة البشر كالديوكسيد والميثان تزيد في تأثير الاحتباس الحراري.

القسم

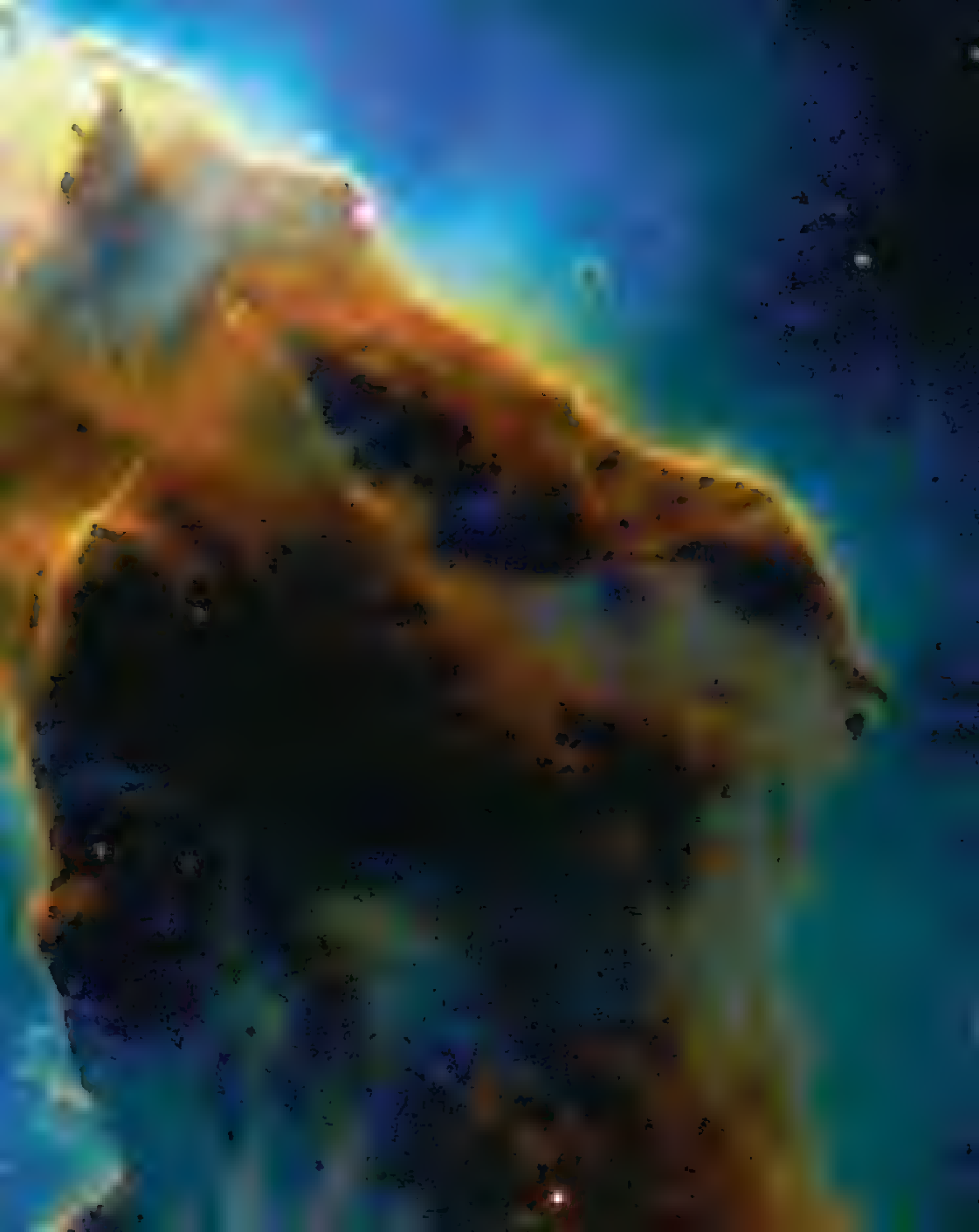
6



الفضاء والوقت

بعيدًا من حياتنا اليومية هنا على الأرض، يشكل الكون مكانًا غريبًا وفي غاية الروعة. تولد النجوم وتنفجر. ويتباعد بعض مجموعات النجوم التي تسمى مجرات بعضها عن بعض. وتميل الخطوط المستقيمة ويجري الوقت بسرعة أكبر أو أقل. ويحاول العلم الحديث تفسير بعض هذه الأحداث المحيرة للعقول، لكنه لم يتوصل إلى تفسيرها كلها.





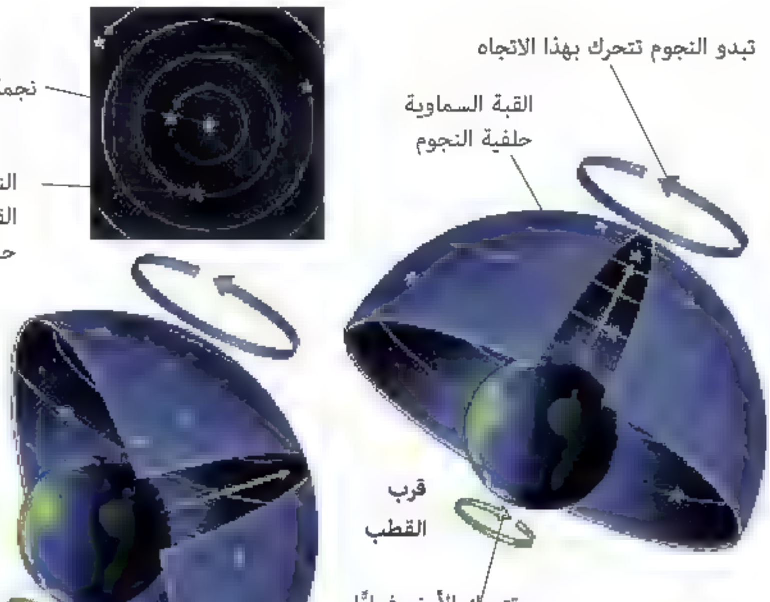
الأرض في الفضاء

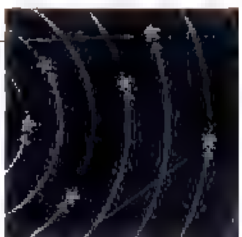
في الأزمنة الغابرة، كان الناس يعتقدون أن الأرض مسطحة وأنها محور كل شيء. لكن الدراسات العلمية والاستكشافات بدأت تظهر شيئًا فشيئًا أن الأرض ليست مسطحة بل كروية الشكل وأن الأرض في الفضاء مجرد كوكب صغير يدور حول نجمتنا «الشمس». ومن كوكبنا، يبدو أن الشمس والقمر والنجوم تسبح في السماء. هذا صحيح، فالقمر يدور حول الأرض، لكن الدوران الظاهر للشمس والنجوم ليس سوى وهم ناجم عن حركة الأرض.

اكتشاف علمي

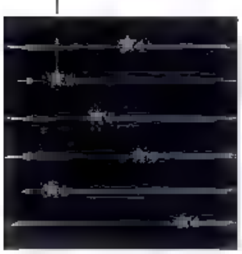


درس نيكولاس كوبرنيكوس (1473-1543) الفنون والطب والقانون قبل أن يصبح شمّاسًا في بولندا. ثمّ حول هذا العالم اهتمامه إلى علم الفلك. أشار هذا العالم إلى أن الفكرة المتعلقة بأن الأرض هي محور كل شيء، السائدة منذ القدم، لا تنطبق مع الرصد الفلكي. واقترح نظرية «مركزية الشمس» التي تفيد بأن الكواكب والأرض تدور حول الشمس. وكان هذا قد أثار الكثير من الجدل، لكن مرحلة علمية جديدة بدأت في الوقت عينه.









لماذا تتحرك النجوم؟

يبدو أن النجوم تتحرك باتجاهات مختلفة في سماء الليل وذلك متوقف على موقعك في الأرض. في المناطق الشمالية أو الجنوبية البعيدة قرب القطب الجغرافي، تتّبع ممرات دائرية حول السماء. في الشمال، يتقدم نجم الشمال بشكل مباشر بموازاة محور دوران الأرض، لذا يبدو وكأنه يبقى ساكنًا، في حين أن النجوم الأخرى تدور من حوله. عند دوائر العرض المتوسطة، تبدو النجوم القريبة من القطب (شمالاً أو جنوبًا) وكأنها تسبح في دوائر ضيقة، في حين أنها تسبح كأقواس واسعة بالقرب من خط الاستواء. وعند خط الاستواء، نرى النجوم من الجانب، تبدو وكأنها تسبح بشكل مستقيم في الفضاء بشكل متواز مع الخطوط. وبالطبع، النجوم لا تتحرك على الإطلاق، بل الأرض هي التي تدور حول محورها، وهو ما يجعلها تبدو متحركة.

انظر أيضًا: اسكتشاف الفضاء ص 105

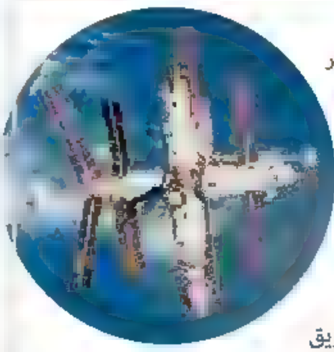
الكوكب	المسافة من الشمس (ملايين الكيلومترات)	القطر (آلاف الكيومترات)	طول النهار (الساعات أو الأيام الأرضية)	طول السنة (الأيام أو السنوات الأرضية)	عدد الأقمار
عطارد	58	4,880	58,6 يومًا	88 يومًا	0
الزهرة	108	12,104	243 يومًا	224,7 يومًا	0
الأرض	149,6	12,756	24 ساعة	365,3 يومًا	1
المريخ	228	6,787	25 ساعة	687 يومًا	2
المشتري	778	143,000	10 ساعات	11,9 سنة	50
زحل	1,427	120,000	10 ساعات	29,5 سنة	53
أورانوس	2,875	51,100	23 ساعة	84 سنة	27
نبتون	4,497	49,500	16 ساعة	165 سنة	13

اكتشاف علمي



كان روبرت غودارد (1882-1945) طبيبًا ومهندسًا صمم وأطلق أول صاروخ يعمل على الوقود السائل عام 1926. ارتفع الصاروخ 56 مترًا فقط، لكن غودارد ألحقه بنسخ منه أكبر وأكثر فاعلية. شكل عمله أساسًا للصواريخ الفضائية اللاحقة.

محطة في الفضاء



أطلق الاتحاد السوفياتي السابق محطة مير Mir الفضائية في شهر شباط/فبراير 1986 ويعني اسمها "السلام" و"العالم" باللغة الروسية يبع الحزء المركزي لهده المحطة 17 مترًا طولًا و4 أمتار عرضًا كانت شبيهة بالمركبة الفصائية Salyut السابقة. لكنها تحظى بأربعة مرافئ إضافية تستطيع أن ترسو عبيها المركبات الزائرة ومقصورتين للعيش لمدة طويلة في الفصاء. وضيف إليها كبسولة كافنت Kvant 1 العلمية التي التحمت بمركز المحطة عام 1978. عاش الكثيرون وعملوا في محطة مير، ولقد أمضى بعضهم فيها أكثر من سنة واحدة. وكانت المركبة الفضائية بروغرس الخالية من فريق العمل تقوم بخدمتها وتأمين حاجياتها. في تسعينيات القرن العشرين، عانت المركبة مشاكل كثيرة منها الأضرار الناجمة عن مركبة زائرة وانقطاع الطاقة.

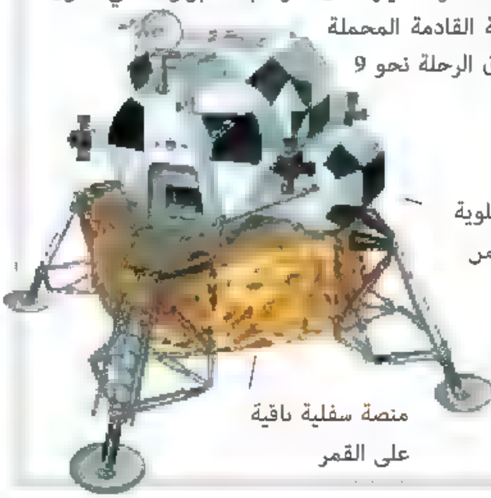
شروق الأرض

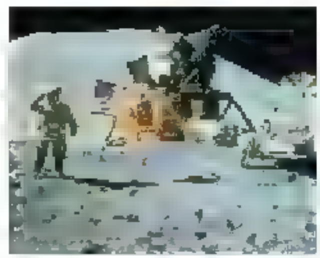
كان روّاد الفضاء في بعثة أبولو 10 في شهر أيار/مايو 1969 أول من رأى كوكب الأرض من عالم آخر وعندما داروا حول القمر في بعثتهم التجريبية قبل هبوط أبولو 11، ظهرت الأرض فوق الأفق. والأرض مثل القمر لا تنتج الصوء بذاتها، بل تُضاء من أشعة الشمس المنعكسة.



الهبوط على سطح القمر

كانت بعثات أبولو تنوي إنزال أشخاص على سطح القمر. وكان نيل أرمسترنغ أول من وطأت قدماه سطح القمر من أبولو 11 في 20 تموز/يوليو 1969. وقد عقب تلك البعثة خمس بعثات أخرى، أجرت تجارب واتخذت قياسات وأحضرت نماذج من صخور القمر لتحليلها. كان آخرها بعثة أبولو 17 في كانون الأول/ديسمبر 1972. وقد تنطلق البعثات الفضائية القادمة المحملة بأشخاص إلى المريخ، نحو عام 2020. ربّما تستغرق الرحلة نحو 9 أشهر في كل مرة.



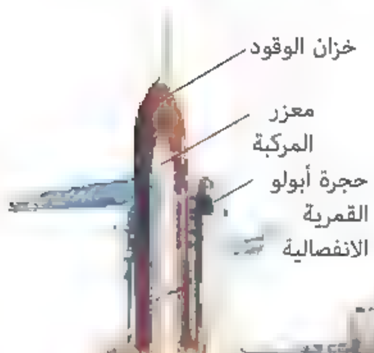


روّاد فضاء أميركيون على القمر



جاهز للعمل

فُتحت غرفة الشحن في معزز المركبة المدارية لتكشف عن المحتويات، كالأقمار الصناعية. ويستطيع المكوك أن ينقل حمولة زنة 30 طنًا إلى الفضاء. في بعض البعثات، ناور طاقم المركبة قرب قمر صناعي موجود في المدار. ولقد ضُبط القمر الاصطناعي وتمت استعادته لإصلاحه



المكوك الفضائي

يتألف المكوك الفضائي الأميركي من أربعة أجزاء: المركبة مدارية شبيهة بالطائرة بمحركاتها الصاروخية الثلاثة في الخلف، وخزان ضخم يحتوي على فائض من الوقود السائل للإطلاق، ومعزّزين صاروخيين يعملان على الوقود الصلب. ولقد أمّن معززا الصاروخ مزيدًا من الدفع عند الانطلاق، عندما تكون الجاذبية في ذروتها. بلغ وزن المكوك كله 2000 طن.



الأنشطة خارج المركبة الفضائية

الأنشطة خارج المركبة الفضائية هي السير في الفضاء. داخل بزة تكييف الضغط، يحظى رائد الفضاء بالهواء ليتنفس ويتّقي الإشعاعات القوية ودرجات الحرارة العالية وجسيمات الغبار الصغيرة المتوافرة في بيئة الفضاء



جعبة MMU
(وحدة المناورة الفضائية البشرية).

اكتشاف علمي

كان قسطنطين تسيولكوفسكي (1857-1935) أستاذ رياضيات تنبأ بحدوث عدة تطورات في مجال الاستكشافات الفضائية. وأشار إلى أن محرك الصاروخ قد يعمل في الفراغ الفضائي، الأمر الذي شكك فيه الكثيرون من علماء عصره. وتوقع أيضًا بدلات الفضاء ومحطات الفضاء والأقمار الاصطناعية.



انظر أيضًا: الأرض في الفضاء ص 102

اسكتشاف الفضاء

بدأ عصر الفضاء في 4 تشرين الأول/أكتوبر 1957 مع إطلاق الاتحاد السوفياتي السابق للقمر الصناعي اسبوتينك 1. شكل ذلك كرة معدنية يبلغ عرضها 58 سنتم وتزن 84 كلغ وتحتوي على ناقل لاسلكي وميزان للحرارة. وهذا ما أثار دهشة العالم. أما اليوم، فتجوب الفضاء بعثة فضائية واحدة تقريبًا كل أسبوع. إذ تتحرر مركبة إطلاق من جاذبية كوكبنا وتنقل حمولتها إلى مدار الأرض أو ما بعده.



8 دقائق و50 ثانية

أفرغ خزان الوقود الضخم وحُرِّر. أغلقت المحركات الأساسية وأعطت محركات التكيف مع المدار الأصغر حجمًا المركبة المدارية الدفعة الأخيرة نحو المدار الأرضي المنخفض، على ارتفاع يبلغ نحو 120 كليومترًا.



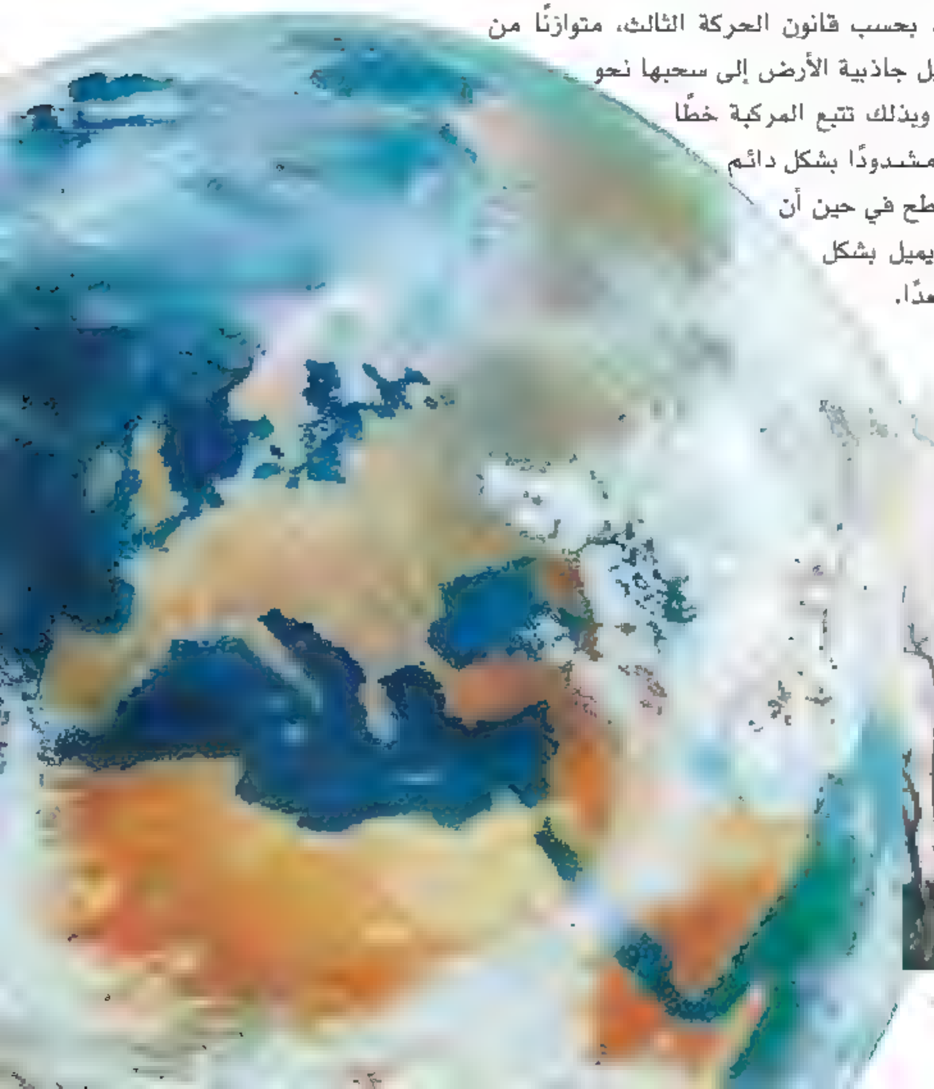
8 دقائق

المكوك قريب من السرعة المدارية، مدفوعًا بمحركاته الأساسية.

مركبات الإطلاق

تُعدّ منصة الإطلاق أقوى أنواع المحركات المتوافرة، أي محرك الصاروخ، الذي يجب أن يتحرر من جاذبية الأرض، أي أن يتمكن من بلوغ السرعة المدارية، وهي السرعة التي تبلغ 27.350 كيلومترًا في الساعة على ارتفاع 160 كيلومترًا. بهذا الاتجاه، يصبح ميل المركبة إلى التقدم بخط مستقيم، بحسب قانون الحركة الثالث، متوازنًا من خلال ميل جاذبية الأرض إلى سحبها نحو الأسفل. وبذلك تتبع المركبة خطًا مائلا، مشدودًا بشكل دائم إلى السطح في حين أن السطح يميل بشكل دائم مبتعدًا.





دقيقتان و12 ثانية

تشتعل معززات الصاروخ وتتراجع باتجاه البحر من أجل استرجاع الصاروخ.



مدار الأرض

القمر الاصطناعي جسم يلتف أو يدور حول جسم آخر. والقمر هو قمر الأرض الطبيعي. ولقد أطلقنا أيضًا عددًا كبيرًا من الأقمار الاصطناعية لأهداف متعددة كمسح الأرض والاتصال من بعد وتعقب أحوال الطقس والتجسس على أعداء محتملين. لكن الأرض بذاتها تشكل قمرًا اصطناعيًّا طبيعيًّا للشمس. يولد دوران الأرض حول محورها الليل والنهار ويعطينا مدارها الإهليلجي حول الشمس الفصول.



الرحلة السنوية

تدور الأرض كالدوامة حول محورها الذي يشكل خطًّا وهميًّا يمر عبر القطبين الجنوبي والشمالي. وتدور حول نفسها مرة كل 24 ساعة. من السطح، يبدو وكأن الشمس تعبر السماء خلال النهار ومن ثم تختفي وراء الأفق ليلًا. وعندما تدور الأرض حول نفسها، فإنها تلتف على مسافة 30 كيلومترًا في الثانية، في رحلتها الطويلة التي تمتد لسنة أو خلال دورانها حول الشمس. لا يستقيم محور التفافها تمامًا مع مستوى المدار. وهذا يعني أن النصف العلوي أو نصف الكرة الأرضية الشمالي يميل، في جزء من العام، مقتربًا من الشمس وهذا ما يولد درجات الحرارة المرتفعة في الصيف.

فصول السنة

يولد ميلان محور الأرض على 23.5 درجة مئوية عن مدارها حول الشمس التغيّرات الموسمية على الأرض. عند خط الاستواء، تكون الشمس عمودية في منتصف النهار في الاعتدال الربيعي والخريفي اللذين يوافقان في شهري آذار/مارس وأيلول/سبتمبر. في أطول أيام السنة في شهر حزيران/يونيو (منتصف الصيف)، تكون الشمس في أقصى ارتفاع في السماء كما تظهر من نصف الكرة الأرضية الشمالي؛ وفي أدنى ارتفاع في السماء كما تظهر من نصف الكرة الأرضية الجنوبي، وذلك في منتصف فصل الشتاء. أما الدائرة القطبية الجنوبية فتنحرف بعيدًا من الشمس لذا لا تشرق الشمس في سمائها في هذه الأثناء، تكون الدائرة القطبية الشمالية في مواجهة الشمس فلا تغيب أبدًا وبعد ستة أشهر، تنقلب الأمور.

بارد ومنخفض



في فصل الشتاء، تبقى الشمس فوق الأفق لوقت قصير مقارنة بفصل الصيف. كما أنها لا ترتفع عاليًا جدًّا في السماء، لذا فإن إشعاعاتها تمر في زاوية منحرفة عبر الغلاف الجوّي للأرض. وفي المحصلة، يبلغ الأرض كمية أقل من دفء الشمس فتتدنى درجات الحرارة. أما في الجزء المقابل من الكرة الأرضية، فترتفع الشمس في السماء لوقت أطول في كل يوم، وتنزل أشعتها بشكل عمودي عبر الغلاف الجوّي. وهذا ما يرفع درجات الحرارة

اكتشاف علمي

دعم العالم الرياضي والفلكي يوهانس كيلر (1571-1630) أفكار كوبرنيكوس، وهي أن الأرض لا تشكل محور الكون ولا يدور كل شيء حولها، بل إن الأرض والكواكب الأخرى جميعها تدور حول الشمس. ولقد توصل كيبلر إلى اكتشاف مدارات الأرض والكواكب الأخرى عبر عمليات حسابية دقيقة عرفت آنذاك بقوانين كيبلر الثلاثة حول حركة الكواكب.

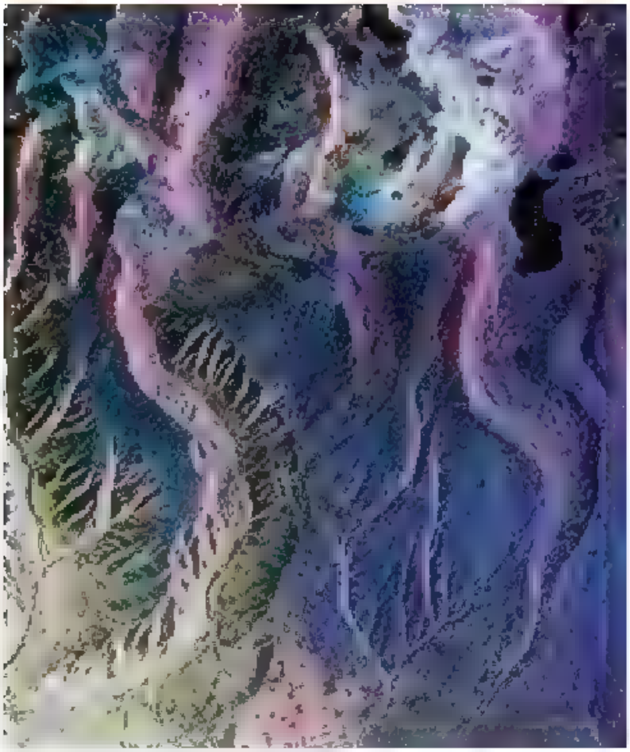


انظر أيضًا: الغلاف الجوّي ص88



أطوار القمر

يدور القمر حول الأرض على مسافة 384.400 كيلومتر. لكن المدار إهليلجي، لذا تتراوح المسافة ما بين 356,000 و407,000 كيلومتر. يستغرق المدار الواحد نحو شهر واحد. وبدقة أكبر، يستغرق دوران القمر حول الأرض 27.3 يومًا، بحسب خلفية النجوم المتغيرة قليلًا. وهو ما يسمّى بالشهر النجمي. لكن القمر يحتاج إلى 29.5 يومًا في دورته حول الأرض، بحسب الشمس، لأن الأرض في هذا الوقت تواصل دورتها الخاصة حول الشمس. وهذا ما يسمى الشهر القمري. إن القسم المضيء من القمر الذي نراه من الأرض يحدد أطوار القمر وهذه العملية تتكرر في كل شهر قمري.



مشاهد من الفضاء

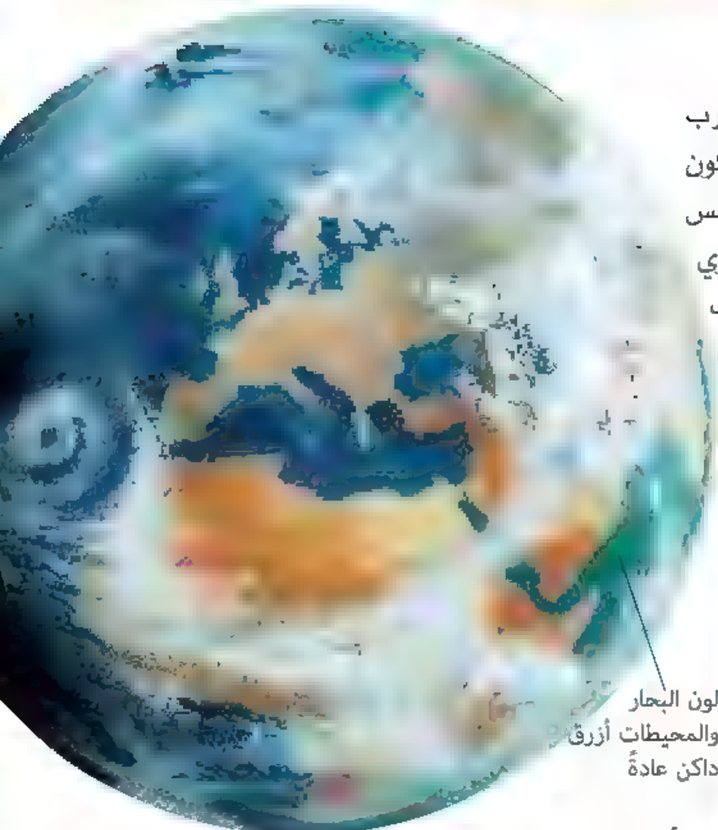
تتنوع مدارات الأقمار الصناعية بحسب وجهتها. فالقمر الاصطناعي الاستكشافي الذي يلتقط صور سطح الأرض، كالصورة أعلاه، يملك مدارًا أرضيًا منخفضًا يمتد من 500 إلى 1000 كلم تقريبًا. لكن هذا المدار قد يكون إهليلجيًا لذا لا يرتفع جزء من مدار القمر الصناعي أكثر من 100 كيلومتر، للرؤية عن كثب. أما القمر الصناعي الخاص بالاتصالات من بعد فقد يدور على ارتفاع 35.800 كيلومتر، فوق خط الاستواء مباشرة. وعلى هذه المسافة، سيستغرق كل مدار 24 ساعة. وتدور الأرض في الأسفل حول نفسها أيضًا مرة في هذا الوقت. لذا سيبدو القمر الاصطناعي من سطح الأرض معلقًا في المكان نفسه من السماء. ويسمّى هذا المدار الجيومداري. ما يعني أن أطباق القمر الاصطناعي الموجودة على الأرض غير مضطرة للميلان أو الانحراف لتعقب القمر الاصطناعي في السماء.



هلال آخر القمر التربيع الثاني الأحدب المتناقص البدر الأحدب المتزايد التربيع الأول هلال أول القمر

الكواكب الداخلية

تشكل الأرض أحد الكواكب الأربعة التي تدور نسبيًّا قرب الشمس، بالإضافة إلى عطارد والزهرة والمريخ. وقد تكون الكواكب الداخلية كلها دافئة، إلا أن الجهة البعيدة من الشمس في عطارد والمريخ تصبح باردةً جدًّا، لأن غلافهما الجوّي صغير جدًّا، ليتمكن من احتجاز الحرارة فيه. والكواكب الداخلية هي كواكب صخرية أو أرضية في حين أن الكواكب الخارجية الكبيرة هي عبارة عن كرات غازية.



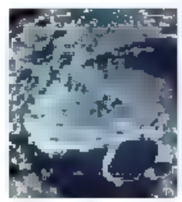
الأرض

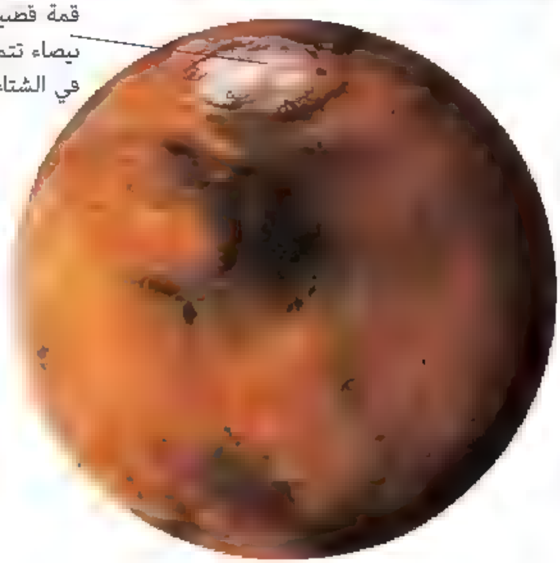
من الفضاء، تظهر أرضنا مميزة عن سائر الكواكب بتغيّراتها المثيرة، فالغيوم البيضاء تدور بأشكال متغيرة يوميًّا فوق محيطات زرقاء وأراض بنية وخضراء. والأرض، بحسب معرفتنا، هي الكوكب الوحيد في المجموعة الشمسية الذي توجد عليه حياة. لكن بعض أقمار الكواكب الخارجية كقمر تيتان التابع لزحل يساوي حجم الأرض ويحتمل أنه يملك غلافًا جويًّا ومياهًا تستطيع دعم الحياة فيه - بحسب معرفتنا على الأقل

قمر الأرض

تملك معظم الكواكب أقمارًا كثيرة، في حين أن الأرض تملك قمرًا واحدًا فحسب يدور حولها على مسافة متوسطة من 384000 كيلومتر. يبلغ حجم القمر نحو ربع قطر الأرض ويزن 1 على 80 من وزن الأرض. أما تركيبته الداخلية فشبيهة بالأرض وسطحه مغطى بحفر من النيازك.




حفر قمرية



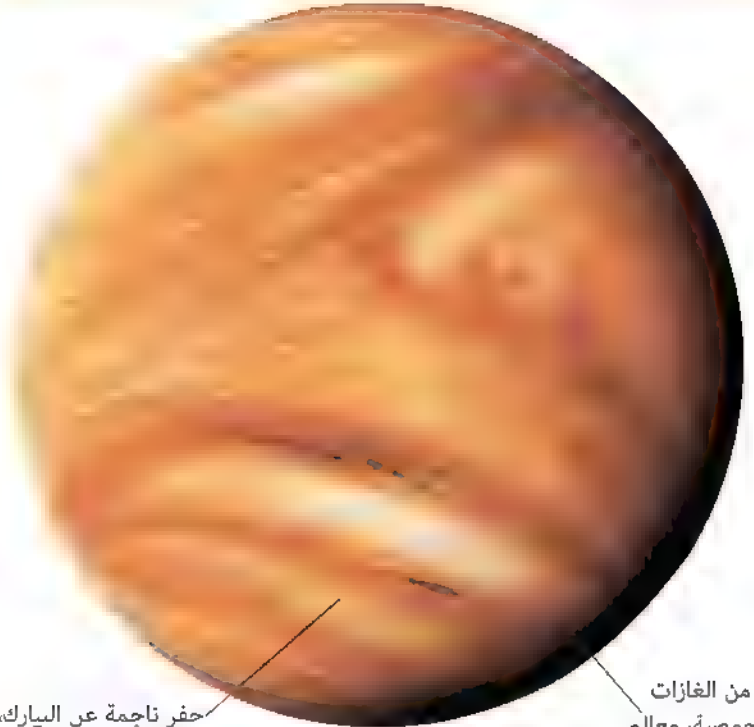
المريخ

يُعرف المريخ بالكوكب الأحمر بسبب غباره المائل إلى الحمرة المنتشر على سطحه. يتكون هذا الغبار من أكسيد الحديد الذي نسمّيه على الأرض «الصدأ». يتخلل منظره الطبيعي الحفر والشقوق والبراكين القديمة، بما في ذلك أكبر الجبال في المجموعة الشمسية، جبال أوليمبوس التي يبلغ ارتفاعها 25 كلم. ويشكل المريخ الكوكب الوحيد الذي يملك غلافًا جويًّا ودرجات حرارة نهارية شبيهة إلى حد ما بدرجات حرارة الأرض. لكن غلافه الجوّي رقيق جدًّا ما يؤدي إلى انخفاض حرارته ليلًا إلى ما دون 130 درجة مئوية تحت الصفر. وقد يشير دليل حديث للنيازك في المريخ إلى أن حياة مجهرية كانت تقيم فيما مضى فوق سطحه أو تحته، وإلى أن من المحتمل وجود المياه تحت أرضه.

انظر أيضًا: الأرض في الفضاء ص 102

الزهرة

كوكب الزهرة هو أقرب الكواكب إلينا، إذ يقترب منا أحيانًا على مسافة 42 مليون كيلومتر! يحيط الزهرة غلاف جوّي سميك جدًا مكوّن من ثاني أوكسيد الكربون وغازات أخرى، ويتضمن غيومًا مكونة من حامض الكبريتيك. والغلاف الجوّي لهذا الكوكب سميك جدًا ما يجعل ضغطه الجوّي يضاعف ضغط الأرض الجوّي بـ 90 مرة – وهو ما يكفي لتدمير منزل. وتحتجز الغازات حرارة الشمس بفاعلية كبيرة فتجعل الاحتباس الحراري في الزهرة عاليًا جدًا، ما يرفع درجات الحرارة إلى أكثر من 470 درجة مئوية - وهو بذلك أكثر الكواكب حرًّا. يساوي حجم الزهرة حجم الأرض تقريبًا ويبلغ وزنه أربعة أخماس من وزن الأرض.

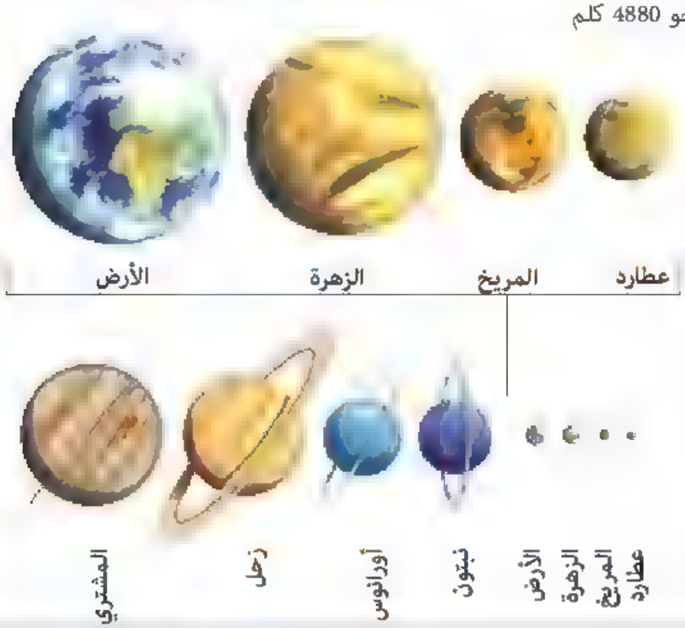






أحجام الكواكب

تتشابه الكواكب الداخلية جميعها من حيث الحجم، إذا ما قورنت بالاختلاف القائم بين الكواكب الخارجية. عطارد هو الأصغر حجمًا ويبلغ 80\1 من وزن الأرض ويبعد نحو 4880 كلم

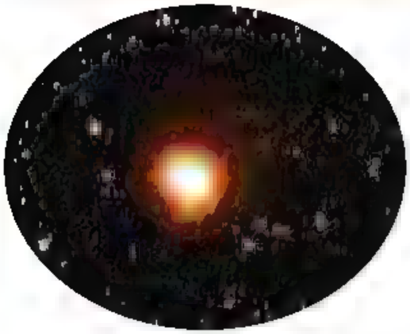


عطارد

كشف مسبار مارينر 10 الفضائي أن عطارد كوكب ترابي اللون قاحل. وهو أصغر من أن يستوعب غلافًا جويًا معتبرًا، لذا ليس لديه ما يحميه من النيازك. ويمتلئ سطحه بالحفر، مثل القمر. ويمكن أن ترتفع حرارة سطحه إلى 430 درجة مئوية وتنخفض إلى 180 درجة مئوية تحت الصفر، وهذه الدرجات المتفاوتة للحرارة هي الأقصى بين جميع الكواكب.

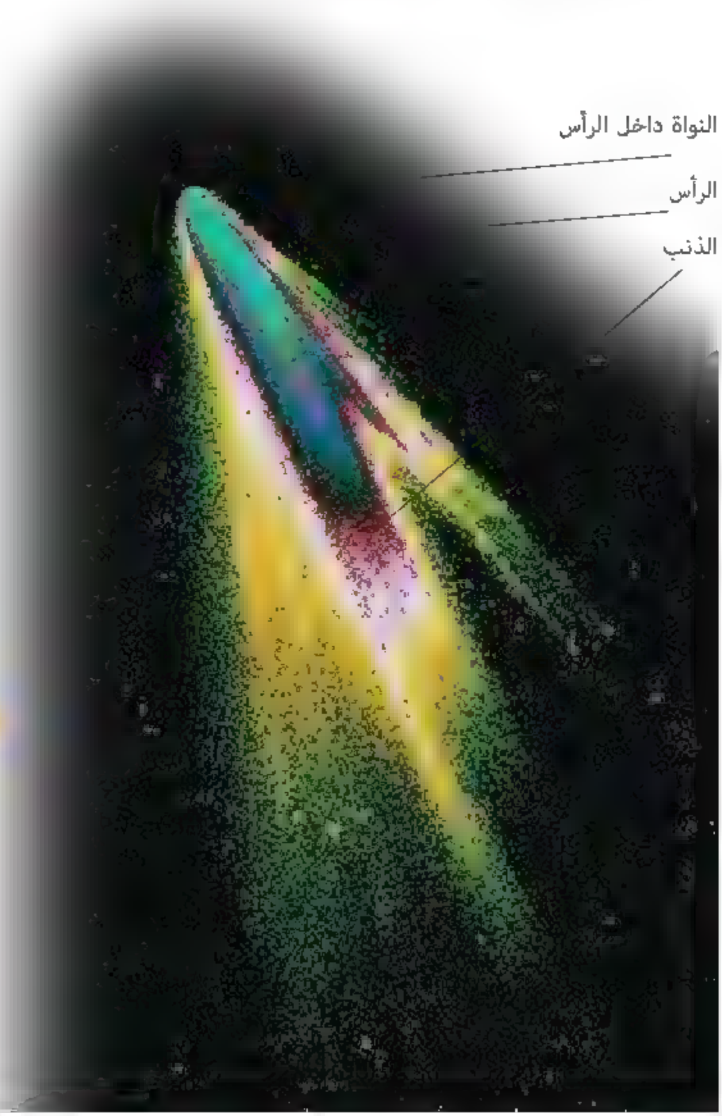
الهائمات الشمسية

بالإضافة إلى الكواكب والأقمار، يحيط الشمس آلاف الأجزاء الصغيرة من صخور الجليد، التي تتراوح ما بين جزيئات غبار متناهية الصغر إلى كواكب صغيرة جدًّا تبعد مئات الكيلومترات عرضًا. تسمّى الأجرام أو مخلفات المجموعة الشمسية، وهي شظايا كثيرة التبعثر إلى حدّ أنها لا تستطيع تشكيل كوكب حقيقي. تقبع معظم هذه الأجرام في خط واسع ما بين المشتري والمريخ، يعرف بحزام الأجرام. لكن بعضها يدور قرب الأرض ويصطدم بها. ولحسن الحظ أن معظمها صغير جدًّا يشتعل ما إن يصطدم بالغلاف الجوي، فيشع في سماء الليل كالنيازك والشهب.



المذنب هايل بوب hale-bopp

تكون معظم المذنبات أصغر من أن تُرى بالعين المجردة. ولكن عام 1995، رصد ألان هايل وتوماس بوب في الولايات المتحدة الأميركية مذنبًا كبيرًا مضيئًا وراء المشتري. سمّي هذا المذنب، كما تجري العادة، نسبة إلى مكتشفَيه. وقد أصبحت رؤيته من الأرض أكثر وضوحًا، وفي عام 1997.. أظهرت صور التلسكوب هابل اسبايس أن نواته عملاقة الحجم، إذ يبلغ عرضها 40 كلم.



المذنب من الداخل

يشكل الجزء الأوسط أو نواة المذنّب «كرةً ثلجية متسخة»، أو صخرة جليدية شبيهة بالبطاطا مغطاة بالغبار، يبلغ عرضها عادةً بضع مئات من الأمتار. ولكن عند الاقتراب من الشمس، تبدأ هذه الكرة الثلجية المتسخة بالذوبان بفعل الحرارة. تتفجر الأبخرة والغبار والغازات في ذيل كبير يبلغ طوله ملايين الكيلومترات. ولأن الريح الشمسية تنفث الذيل، يتجه دائمًا بعيدًا من الشمس. وعندما يبتعد المذنّب عن الشمس ويتجه مجددًا إلى عمق الفضاء، يواجه ذيله الاتجاه الذي يتحرك فيه.

كان الناس يعتقدون أن ظهور المذنّب إنذار ينبئ بوقوع حدث رهيب.

عدّد كتاب صيني قديم عمره 2400 سنة سبعة وعشرين نوعًا من المذنّبات ونوع الكارثة التي أحدثتها.

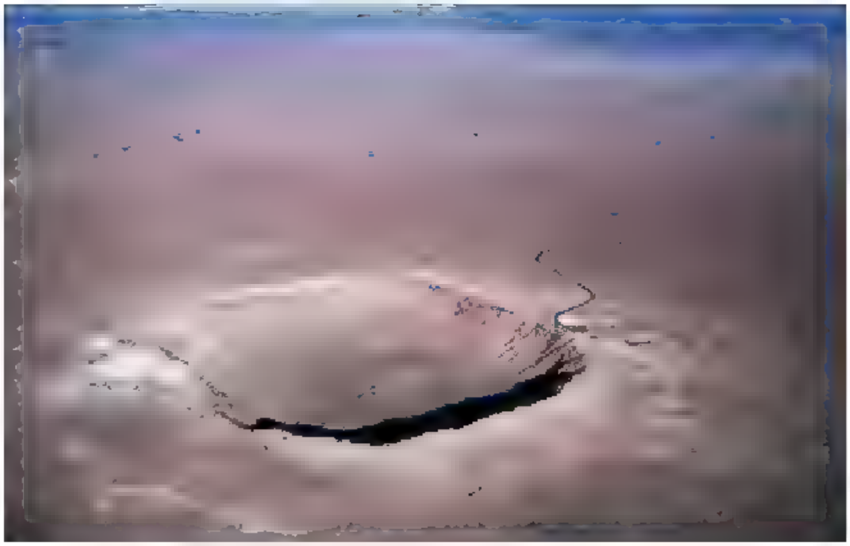
عندما ظهر المذنّب هالي عام 66 م.، اعتقد الناس أن ظهور هذا المذنّب ينبئ بسقوط القدس.

في عام 1835، عدّ المذنّب هالي مسؤولًا عن حريق اندلع في نيويورك ومجزرة آلامو وحروب كوبا وأميركا اللاتينية.

انظر أيضًا: الأرض في الفضاء ص 102، الكواكب الداخلية ص 108

المذنّبات والفجوات

تدور المذنّبات حول الشمس في مدارات طويلة أو بيضاوية أو إهليلجية. تأتي من عمق الفضاء وتدور حول الشمس ومن ثم ترتد محولة اتجاهها لتعود بعد سنين أو قرون. إذا مرت الأرض بذيل مذنّب، فإن جسيمات الغبار ستصبح نيازك تشتعل في غلافنا الجوّي، كوابل خلاب من الشهب. وأحيانًا لا تحترق كتل الصخور الفضائية الكبيرة بشكل كامل، فتصطدم بالأرض بسرعة هائلة مولدة ثقبًا ضخمًا يسمّى فجوة. أما الكتل التي تخترق غلافنا الجوي وتهبط على الأرض فتسمّى النيازك.



منطقة خطيرة

يجب على المركبات الفضائية التي تتنقّل ما بين المشتري والمريخ أن تجتاز حزام الكويكبات. تكون معظم الكويكبات متباعدة جدًّا، لكنها قد تنشأ أيضًا ضمن مجموعات كثيفة تسمّى «الأسراب».

علامات الحياة

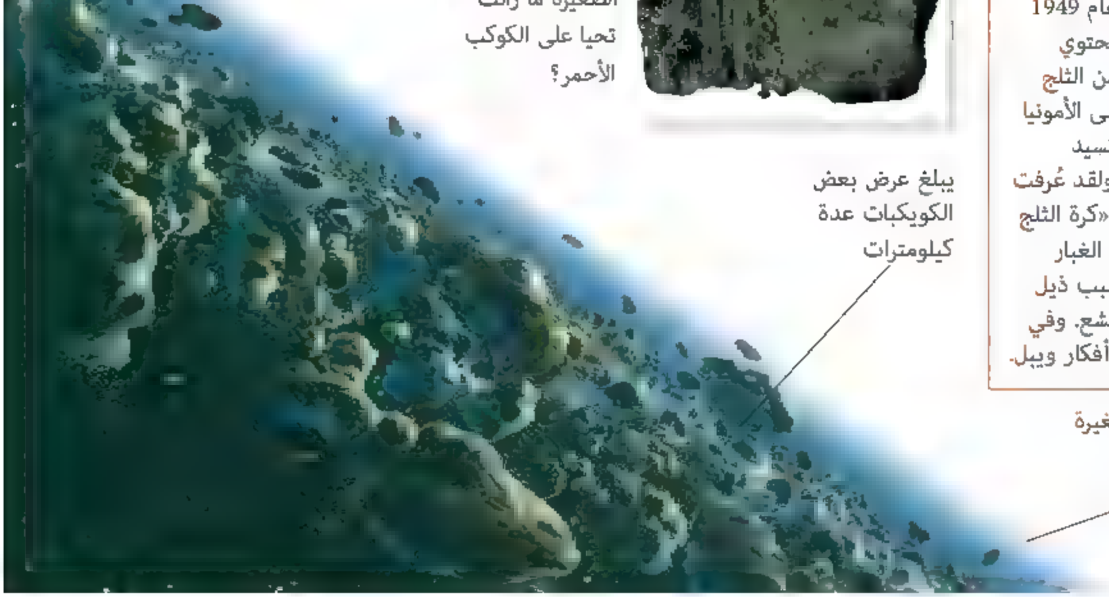
في عام 1997، أعلن العلماء أن في الإمكان تأمين الحياة على سطح المريخ. مع العلم أن في ذلك الوقت لم تقترب أي مركبة فضائية منه. ولكن عثر على نيزك حدّد بأنه شظية من صخرة مريخية سقطت من الكوكب عبر نيزك سابق. ولقد أظهرت دراسة مجهرية وجود بنيات صغيرة في الصخرة قد تكون متحجرات لكائنات حية صغيرة. أيعقل أن هذه الكائنات الصغيرة ما زالت تحيا على الكوكب الأحمر؟



اكتشاف علمي



كان عالم الفلك الأميركي فريد ويبل (1906-2004) أول من أشار في عام 1949 إلى أن المذنّبات تحتوي على نواة صغيرة من الثلج والغبار، بالإضافة إلى الأمونيا والميثان وثاني أوكسيد الكربون المجمد. ولقد عُرفت هذه الفكرة باسم «كرة الثلج المتسخة». ويفسر الغبار والغازات الذائبة سبب ذيل المذنّب الكبير المشع. وفي عام 1986 تأكدت أفكار ويبل.

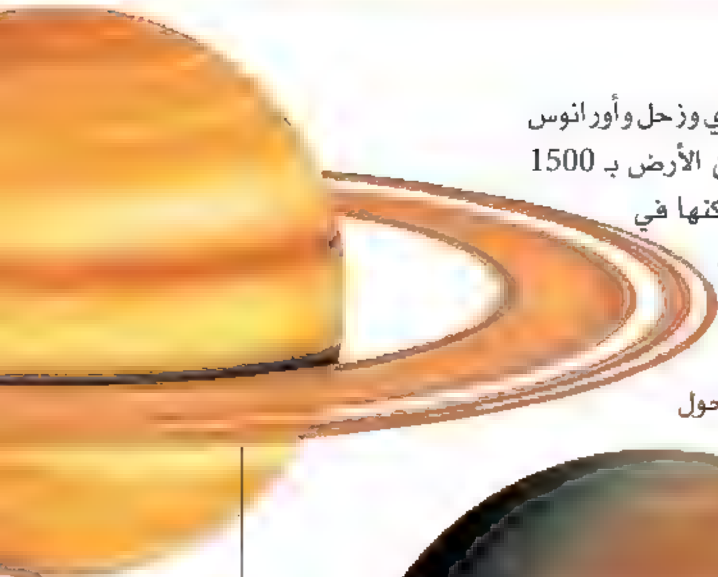


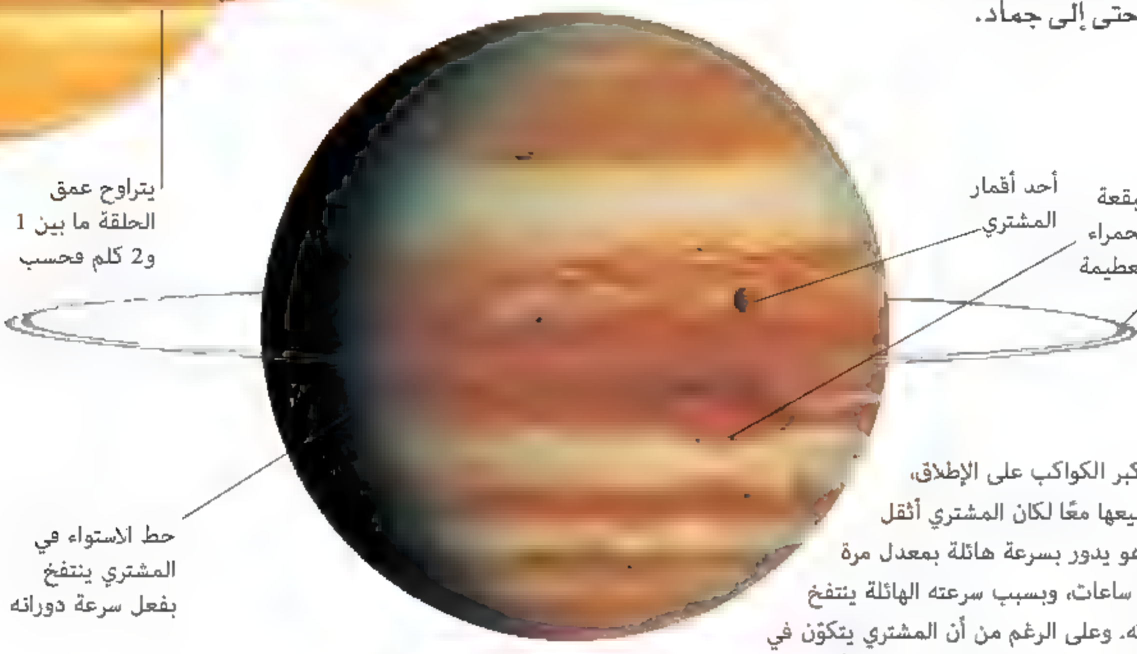
يبلغ عرض بعض الكويكبات عدة كيلومترات

بعض الكويكبات صغيرة جدًّا بحجم منزل

الكواكب الخارجية

تختلف الكواكب الخارجية من المجموعة الشمسية، المشتري وزحل وأورانوس ونبتون، عن الكواكب الداخلية. فالمشتري أكبر حجمًا من الأرض بـ 1500 مرة. وجميعها يحوي نواةً صغيرة من الحديد والصخر، لكنها في معظمها تتكوّن من غازات. وهذا يعني أنها خفيفة الحجم. إذا استطعت إيجاد حوض استحمام كبير بما فيه الكفاية، فإنك تجد زحل يطفو فيه. لأن الكواكب الخارجية كبيرة جدًّا وبعيدة جدًّا من الشمس، إنها باردة جدًّا وغازاتها تتحول إلى سوائل وحتى إلى جماد.





المشتري

يُعدّ المشتري أكبر الكواكب على الإطلاق، ولو وضعتها جميعها معًا لكان المشتري أثقل منها بمرتين. وهو يدور بسرعة هائلة بمعدل مرة في أقل من 10 ساعات، وبسبب سرعته الهائلة ينتفخ عند خط استوائه. وعلى الرغم من أن المشتري يتكوّن في معظمه من الهيدروجين والهيليوم، فإنه ضخم جدًّا بحيث تعصر جاذبيته هاتين المادتين وتحولهما إلى سوائل قرب المركز ذي النواة الصلبة الصغيرة. يتخلل سطحه عاصفة عملاقة تسمّى البقعة الحمراء العظيمة، وهي أكبر من الأرض ثلاث مرات

بلوتو

بلوتو ليس كوكبًا!

أثار موضوع بلوتو جدلًا لعدم إمكانية تصنيفه كوكبًا أو تسميته كويكبًا نظرًا لأن خصائصه لا تختلف بما يكفي عن سائر الكواكب وفي عام 2006، أعلن الاتحاد الفلكي العالمي International Astronomical Union أخيرًا بلوتو كوكبًا قزمًا. يمتلك بلوتو قمرًا يسمّى شارون الذي يبلغ حجمه نصف حجم بلوتو. وهما يدوران حول بعضهما كمجموعة من الأثقال الكروية الحديدية. ومن على سطح بلوتو، تبدو الشمس أكبر حجمًا بقليل من أي نجمة أخرى في السماء.

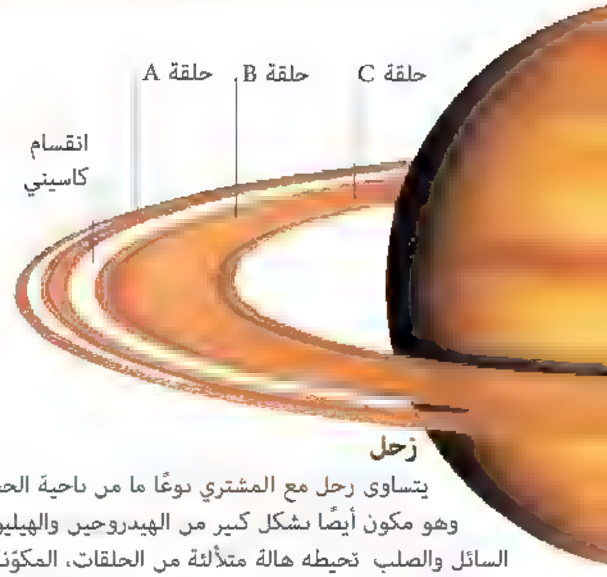


مسابير الفضاء

زار عدد كبير من المسابير الفضائية الكواكب الخارجية صار مسبار فوياجير بالقرب من زحل وأورانوس ونبتون، ووصل مسبار كاسيني - هيوجينز Cassini Huygens إلى زحل في شهر يوليو عام 2004 دارت المركبة الفضائية كاسيني حول زحل في حين أن مركبة الإنزال هيوجينز هبطت على قمره تيتان

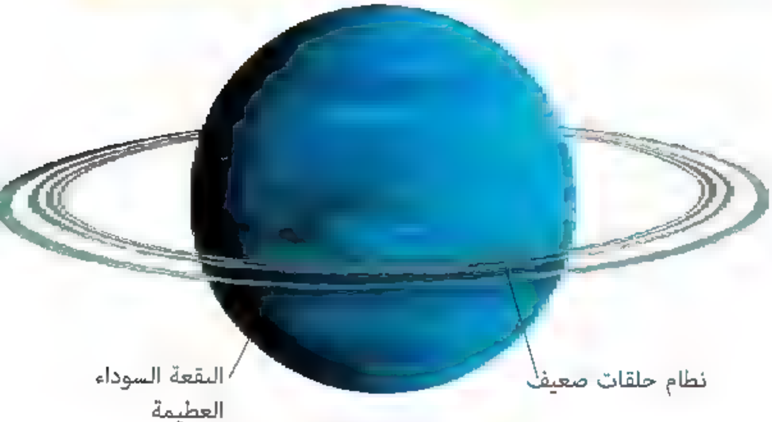


انظر أيضًا: الأرض في الفضاء ص 102، الكواكب الداخلية ص 108



زحل

يتساوى زحل مع المشتري نوعًا ما من ناحية الحجم وهو مكون أيضًا بشكل كبير من الهيدروجين والهيليوم السائل والصلب. تحيطه هالة متلألئة من الحلقات، المكوّنة من ملايين الصحور الثلجية الصغيرة والغبار، ولا يتجاوز حجم معظمها حجم كرة المضرب. تدور هذه الحلقات حول الكوكب إلى ما لا نهاية.

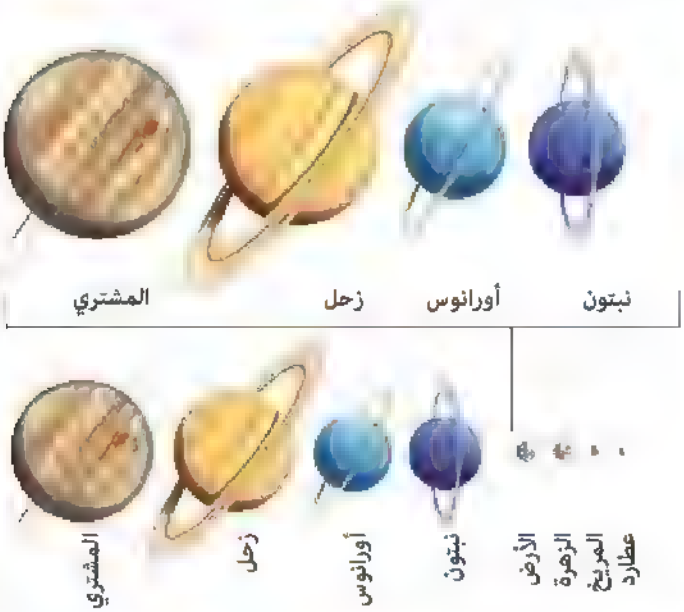


نبتون

نبتون أصغر قليلًا من أورانوس، لكنه يعادله من ناحية البرودة. وهو مثل أورانوس، يملك محيطًا من الماء والميثان والأمونيا يمتد على عمق آلاف الكيلومترات حول نواته الصخرية. يعلوه غلاف جوّي عميق مكوّن من الهيدروجين والهيليوم وتعصف فيه رياح تبلغ سرعتها 2000 كيلومتر في الساعة. يبدو هذا الكوكب من البعيد أزرق اللون ذا غيوم بيضاء ناعمة. ومثل المشتري، يحتوي نبتون على منطقة عاصفة عملاقة تسمّى: البقعة السوداء العظيمة.

أحجام الكواكب

تملك جميع الكواكب الخارجية نظام حلقات، إلا أنها لا تضاهي روعة زحل. ولا تملك هذه الكواكب قمرًا واحدًا فحسب، بل مجموعة كاملة منها. يتجاوز قمر غانيميد التابع للمشتري وقمر تيتون التابع لزحل فعليًّا حجم كوكب عطارد.





أورانوس

لا يبلغ حجم أورانوس حجم المشتري أو زحل، لكنه يظل أكبر من الأرض بأربع مرات وأضخم منها بأربع عشرة مرة. إنه بعيد من الشمس لذا فإن حرارة سطحه تنخفض إلى 210 درجة تحت الصفر. وبشكل غريب، يدور أورانوس حول الشمس على جنبه تقريبًا. يدوم كل نهار وليل فيه 42 سنة.

الشمس

الشمس هي نجمتنا المحلية وتشكل كرة نارية كبيرة غازلة من الغازات المشتعلة: تتكون من الهيدروجين بنسبة 4/3 منها والهيليوم بنسبة 4/1. وهي أكبر من الأرض بـ 1.3 مليون مرة وأثقل منها بـ 333.420، فيكون ضغطها في الوسط هائلًا. هذا الضغط الهائل كاف لتتحول الشمس إلى معمل لإنتاج طاقة نووية هائلة تنجم عن انصهار ذرات الهيدروجين معًا، وبذلك تتحرر طاقة كبيرة جدًّا تصل حرارتها إلى 15 مليون درجة مئوية. وهذه الحرارة كلها التي لا تطاق تحوّل سطح الشمس إلى جحيم مستعر.

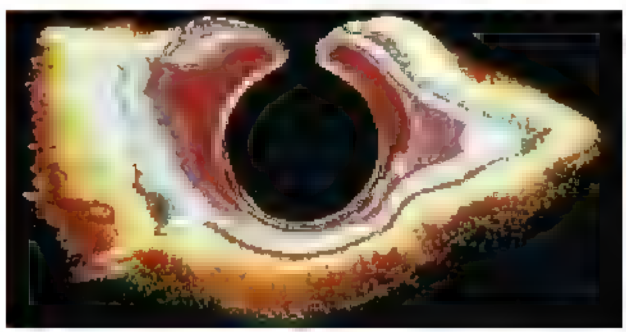


الشمس من الداخل

يشع سطح الشمس أو غلافها الضوئي بحرارة تتجاوز الـ 5500 درجة مئوية، ما يكفي لصهر أي مادة. ويتخلله بقع براقة تسمّى «الحبيبات»، حيث تنفجر الحرارة المنبثقة من النواة عبر مناطق الإشعاع والحمل الحراري على السطح. ويعلو الغلاف الضوئي غلاف الشمس الحوّي ويليه الغلاف اللوني والهالة أخيرًا وتنطلق منها ألسنة عملاقة من الهيدروجين الحار شبيهة بشعلات النار تسمّى الشواظ الشمسي على مسافة 100000 كلم.

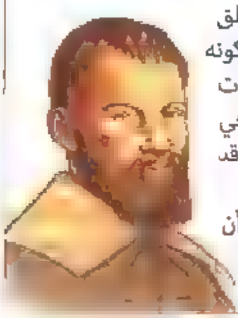
طاقة الشمس

يمدّنا الضوء وغير ذلك من أشكال الإشعاعات التي تتدفق من الشمس بالدفء والضوء وتمد النباتات بالطاقة الضوئية. وكان الوقود مثل الزيت والفحم سابقًا نباتات وكائنات مجهرية صغيرة تحصل من الشمس على مخزونها من الطاقة.



اكتشاف علمي

كان غاليليو غاليلي (1564 - 1642) واحدًا من أعظم العلماء الذين عرفهم التاريخ قام باكتشافات متعددة تتعلق بالجاذبية والتسارع. لكن شهرته تعود إلى كونه أول من استخدم التلسكوب لفحص السماوات بدقة وقام باكتشافات أخرى مهمة وصفها في كتابه The Starry Messenger (1610). وقد كان أول من رأى الجبال على القمر وأقمار المشتري والبقع الشمسية، على الرغم من أن النظر إلى الشمس ألحق ضررًا كبيرًا بعينيه.



انظر أيضًا: الأرض في الفضاء ص 102



المسبار الشمسي «سوهو»

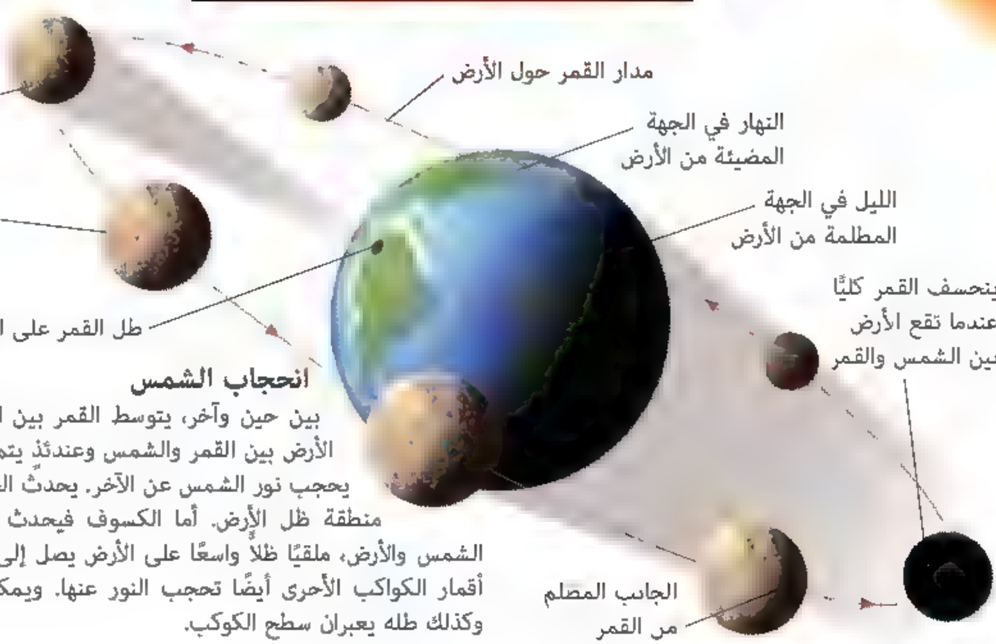
على الرغم من أن الشمس كبيرة جدًا وقريبة إلى حدّ ما من كونها جسمًا فلكيًا، فإن العلماء ما زالوا لا يفهمون أمورًا كثيرة تتعلق بها. لذلك في 2 كانون الأول/ديسمبر 1995، أطلقت الناسا مرصد الشمس وغلافها «سوهو». يدور هذا المرصد حاليًا حول الشمس متأرجحًا ما بين جاذبية الأرض وجاذبية الشمس. ويقوم بمراقبة الشمس باستمرار وينبغي أن يرسل المعلومات إلى الأرض من هوائياته اللاسلكية لسنوات طويلة.





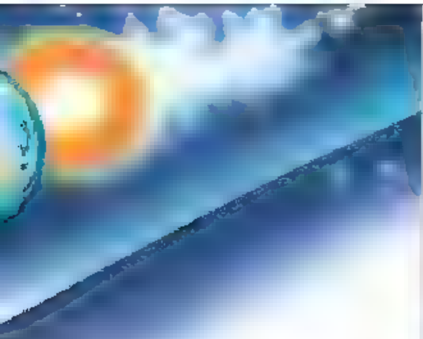
البقع الشمسية

يقع حول وسط الشمس بقع شمسية مظلمة تتميز بدرجة حرارة منخفضة عن المناطق المحيطة بها. وتظهر عادةً ضمن مجموعات وتعبر سطح الشمس في أثناء دورانها. يتغير عدد هذه البقع ويبدو أنها تبلغ الذروة كل 11 سنة. ويعتقد بعض العلماء أنها مرتبطة بالطقس البارد والعاصف على الأرض.



انحجاب الشمس

بين حين وآخر، يتوسط القمر بين الأرض والشمس أو تتوسط الأرض بين القمر والشمس وعندئذٍ يتم حجب النور، لأن أحدهما يحجب نور الشمس عن الآخر. يحدثُ الخسوف عندما يدخل القمر منطقة ظل الأرض. أما الكسوف فيحدث عندما يتوسط القمر بين الشمس والأرض، ملقيًا ظلاً واسعًا على الأرض يصل إلى بضعة كيلومترات. وهناك أقمار الكواكب الأخرى أيضًا تحجب النور عنها. ويمكننا من الأرض رؤية القمر وكذلك ظله يعبران سطح الكوكب.



قياس الوقت

تجري السنوات والأشهر والأيام بحسب طريقة دوران الأرض والقمر في الفضاء وبحسب رحلتهما حول الشمس. وتشير آلات قياس الوقت مثل الساعة الشمسية والساعة الشمعية إلى أن الأيام تنقسم ساعات وفي القرن السابع عشر، تم اختراع الساعات الميكانيكية وتحسنت شيئًا فشيئًا حتى توصلت إلى تحديد الوقت بأعشار الثانية أما الساعات الإلكترونية والذرية الحالية فهي دقيقة جدًا وتستطيع تحديد الوقت بملايين الأجزاء من الثانية



أجزاء الثانية
مع التوقيت الإلكتروني بات الآن جزء أو جزآن من مئات الثانية يؤديان إلى تحقيق رقم قياسي عالمي جديد.



الدقائق
عندما أصبحت أجهزة حفظ الوقت أكثر دقة، غدت الدقائق مهمة جدًّا، تمامًا كأن نواكب مدربًا أو نلحق بقطار.



الساعات
لولا أهمية الوقت للمسابقات التقليدية لما كان هناك فرق بين ساعة أو ساعتين من الوقت.

منذ 4 مليارات سنة
تشكلت الأرض من كرة ممتلئة بالغاز والغبار المتجمعين في الفضاء، كانت حرارتها مرتفعة جدًا ثم انخفضت تدريجيًا.

اليوم
جرى جمع محطة الفضاء الدولية قطعة تلو القطعة على مدى 20 سنة.

منذ 4 سنوات
كانت البعثات تطلق الكثير من أقمار الاتصالات السلكية واللاسلكية الجديدة، لمواجهة الثورة المعلوماتية وازدهارها في الهواتف الخلوية والإنترنت ونقل المعلومات عبر الكمبيوتر.



انظر أيضًا: الحياة ما قبل التاريخ ص 96

الوقت

يبدو أن الوقت هو الخاصية الوحيدة الثابتة في عالمنا. فالساعة تدق بشكل ثابت، وتمضي ثوانٍ ودقائق وساعات. وأنت لا يمكنك استعجال الوقت أو إرجاعه. ولكن هل هذا صحيح؟ هناك أفكار علمية حديثة تفيد بأن الوقت غير ثابت بل متغير. وكلما أسرعنا بالحركة، مرّ الوقت بشكل أبطأ. وثمة نظريات تقول إن في الإمكان إيقاف الوقت أو حتى إرجاعه إلى الوراء.



هل يمضي الوقت بشكل أسرع؟

في الماضي البعيد المظلم، لم يبدُ أن أشياء كثيرة حدثت، فكلّ شيء كان يجري ببطء شديد. ولقد تطوّر الإنسان ومن ثم بدأ الناس بالزراعة والعيش في المدن. لكن تجاربنا المعاصرة تشير إلى أن الوقت يمضي بسرعة لأن الاختراعات الجديدة تغيّر العالم بشكل أسبوعي تقريبًا.

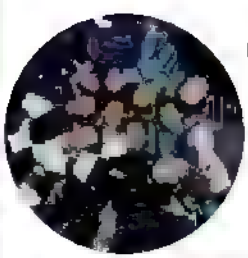
منذ 400 سنة

بدأ الإنسان بالعيش في أكواخ صغيرة ومن ثم استقر في مدن إلى أن بدأت ثورة التمدن مع المدن الكبيرة والمعابد الرائعة وغير ذلك من المباني العظيمة.

منذ 400 سنة

أتاح عصر النهضة ازدهار العلم، فكثرت الأفكار الجديدة والتجارب. ومن ثم حلّت الثورة الصناعية في القرن الثامن عشر مسرّعةً وصول أدوات واختراعات جديدة.

الأسرع هو الأبطأ



تنصّ نظرية النسبية عند أينشتاين بأن الوقت نسبي بالنسبة إلى الحركة. فكلما تحركت بسرعة أكبر، ازداد بطء الوقت. ويعود علماء الفضاء الذين يمضون أشهرًا يدورون حول الأرض في المركبة الفضائية «مير» أكثر شبابًا بثانية أو ثانيتين مما لو بقوا على السطح.

منذ 40 سنة

أصبح في إمكان الطائرات نقل المسافرين في غضون بضع ساعات في رحلات طويلة كانت فيما مضى تستغرق أيامًا. وارتفعت ناطحات السحاب في مختلف مدن العالم. ووصل المذياع والتلفاز إلى المنازل، مشعلين فتيل ثورة الاتصالات.

المزج والانتشار

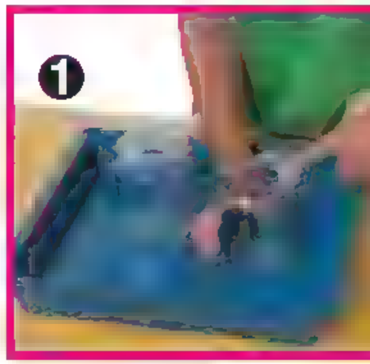
عندما يمتزج بعض السوائل ببعض، تنتشر الجسيمات فيها تدريجًا وتمتزج. تعرف هذه العملية بالمزج والانتشار.

انظر: السوائل ص16

تحتاج إلى:

- وعاءين بالحجم نفسه
- فازلين
- ملون طعام
- ورق ألومنيوم خاص بالطعام
- صينية

1 - أزل الغطاء عن الوعاءين امسح القليل من الفازلين عن حافة كل منهما.



2 - املأ احد الوعاءين إلى الحافة بمياه الصنبور. ضع قطعة من ورق الألمنيوم فوق الوعاء.





احرص على أن يبقى الفازلين في مكانه.

3 - املأ الوعاء الآخر بمياه الصنبور. أضف إليه بضع قطرات من ملون الطعام. صعه على الصينية (تحسُّبًا لانسكابه)

4 - ضع الوعاء المغطى بورقة الألمينيوم بحذر فوق الوعاء الأول.

5 - انتظر بضع ثوان ثم أزل ورقة الألمينيوم بحذر شديد.

6 - راقب الوعاء كل 15 دقيقة. ماذا يحدث للّون؟



جسيمات ملون الطعام صغيرة جدًا لا تراها بالعين المجردة. ولكن يمكنك أن ترى كيف يمتزج بعضها ببعض حتى من دون تحريكها. لقد بدأ الانتشار.

6

إعداد المحاليل

يتشكل المحلول عندما تذوب مادة في مادة أخرى.

انظر: الذوبان ص22

تحتاج إلى:

- السكر أو الملح
- الماء في وعاء

1 - املأ ثلاثة أرباع من الوعاء بالماء البارد. ضع إشارة على الوعاء من الخارج لتحديد سطح المياه. أضف ملاعق صغيرة من الملح أو السكر إلى المياه على دفعات. حرّك المياه حتى يذوب السكر أو الملح ويختفي. استمر بإضافة الملح أو السكر إلى أن يتوقفا عن الذوبان. دوّن عدد الملاعق التي أضفتها.



2 - أجرِ الاختبار محددًا، لكن استعمل الآن مياهًا دافئة على أن تصل المياه إلى مستوى التجربة السابقة نفسه. هل تذوب كمية أكبر أم أقل من السكر أو الملح في المياه الدافئة؟

عندما تذوب المادة في السائل تتفكك إلى جسيمات صغيرة جدًا. تمتزج هذه الجسيمات بالجسيمات التي تشكّل السائل، لتكوّن محلولًا.

إنشاء بلورات

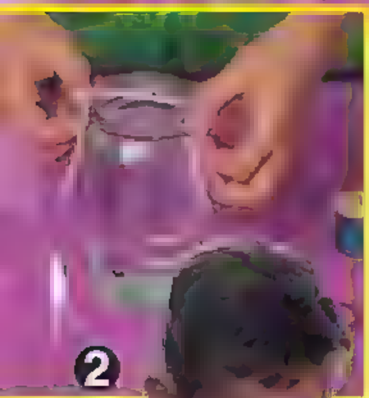
تكون ذرات وجزيئات بعض المواد الصلبة منظمة في نموذج أو هيكل مرتب.

انظر: الجزيئات ص14



1 - اطلب من شخص راشد أن يملأ وعاءً بمياه دافئة من إبريق شاي. أضف مسحوق حجر الشب بمعدل ملعقة صغيرة في كل مرة وحرّك المزيج. دع البلورات الفائضة تركد واسكب السائل بتأنٍ في وعاء آخر.

2 - اربط الخيط القطني في وسط قشة الشرب، وبذلك عندما تستقر القشة على حافة الوعاء، سيتدلى الخيط على ثلاثة أرباع ارتفاع الوعاء.



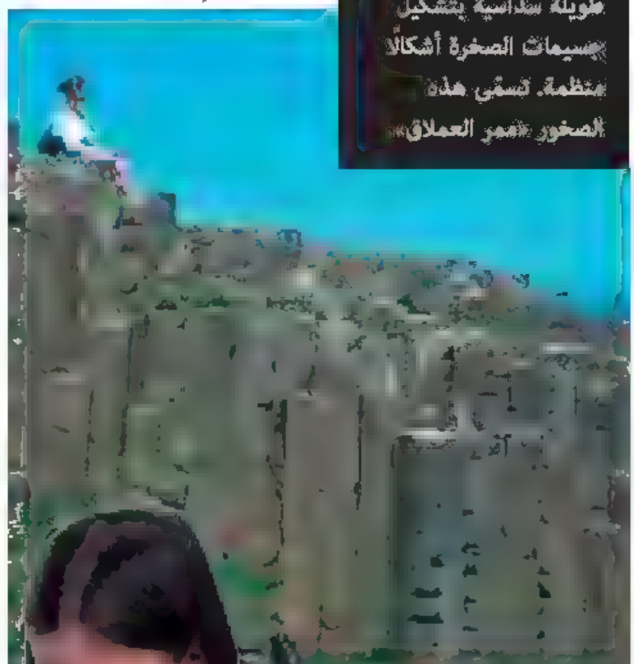
اثنِ طرفَي القشة وثبتهما على الوعاء عبر استخدام الرباط المطاطي.

بعد بضعة أيام، ستتمكن من رؤية بصع بلورات من حجر الشب تنمو على الخيط. حاول رسم شكلها.

تحتاج إلى:

- مسحوق حجر الشب (من الصيدلية)
- أوعية متوسطة الحجم
- خيط قطني ومقص
- قشة للشرب
- رباط مطاطي

تكوّنت هذه الأحجار الرائعة في شمال إيرلندا منذ ملايين السنين عندما بردت أحجار حارة منصهرة ببطء. تشكلت بلورات طويلة سداسية بتشكيل جسيمات الصخرة أشكالًا منظمة. تسمّى هذه الصخور «ممر العملاق»





بلورات الشب

هل تعلم:
أن في إمكانك شم الأشياء، كخبز الفرن مثلًا، الذي سرعان ما تنتشر منه جزيئات في الهواء فيشعر أنفك بهذه الجزيئات وأنت تتنفس الهواء؟





تستطيع حشرات الماء أن تركض على البركة من دون أن تسقط في الماء، فوزن جسدها الخفيف يتوزع بين أرجلها الخلفية والوسطى، وهذا الوزن غير كافٍ لاختراق الجهد السطحي للماء.

الجهد السطحي

ينجذب بعض جزيئات الماء بقوة إلى بعض، وهو ما يؤدي إلى ما يسمّى بالجهد السطحي للماء، وهو شبيه بجلد متمدد على الماء.

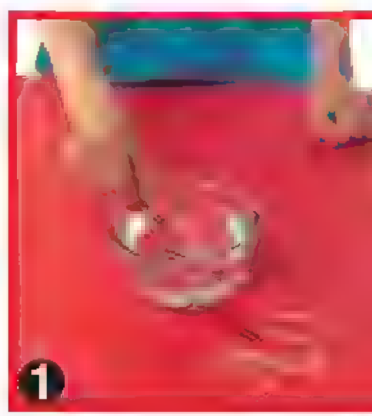
انظر أيضًا: الجزيئات ص14، الماء ص20

تحتاج إلى:

- بعض مشابك الورق
- وعاء صغير من الماء

1 - أمسك مشبكًا ورقيًا بطرف إصبعك وضعه بحذر شديد على الماء. هل يمكنك أن تبقي المشبك على سطح الماء من دون أن يغرق؟

2 - انظر بتمعن إلى الماء المحيط بالمشبك. انظر كيف ينخفض سطح الماء حول المشبك.



1

فعل شُعيريّ

تجرّ جزيئات الماء نفسها إلى مساحات صغيرة وتجعل الماء ينساب أو يتدفق.

انظر: السوائل ص16

تحتاج إلى :

- ماء وملون للأطعمة
- مساطر بلاستيكية شفافة
- منديل ورقي
- شريط لاصق، مقص



1

1 - ضع بعض الماء مع ملون للطعام في كوب زجاجي انظر إلى الكوب من الجانب. هل يمكنك أن ترى كيف يرتفع الماء قليلًا على جوانب الكوب؟ هذا ما يسمّى «السطح الهلالي»

2 - استخدم مسطرة واحدة لتقيس عمق الماء

3 - ألصق شريطًا على مسطرة على مسافة 1 سنتمتر فوق سطح الماء. بعد ذلك ألصق المسطرتين معًا بشريط لاصق وضع المنديل الورقي بينهما. ضع المسطرتين في الماء. امسكهما بشكل مستقيم حتى لا يمس المنديل الورقي الماء.

4 - يجب أن يرتفع الماء بين المسطرتين ويصل إلى المنديل الورقي و «تسلل الماء» هذا في مساحة صيقة يسمّى «الفعل الشعيري» تتشث جزيئات الماء ببعض وبالمسطرة أيضًا، متصاعدة إلى ما بين المسطرتين لتخترق بعد ذلك ألياف المنديل الورقي المتناهية الصغر.



4

دولاب الماء

اصنع توربينًا كذاك المستخدم في محطات توليد الطاقة الكهرمائية!

انظر أيضًا: الطاقة للعالم ص44

تحتاج إلى:

- 6 أغطية قوارير بلاستيكية
- بلاستيك قابل للصيّ مثل وعاء الزبدة
- غراء مضاد للماء، مقص
- سلك قاسٍ مثل سلك علّاقة الثياب
- قارورة بلاستيكية، تُحدث فيها ثقبًا يبعد من القعر نحو 10 سم.
- رباطين مطاطيين سميكين أو شريط لاصق قوي كالشريط العازل للكهرباء

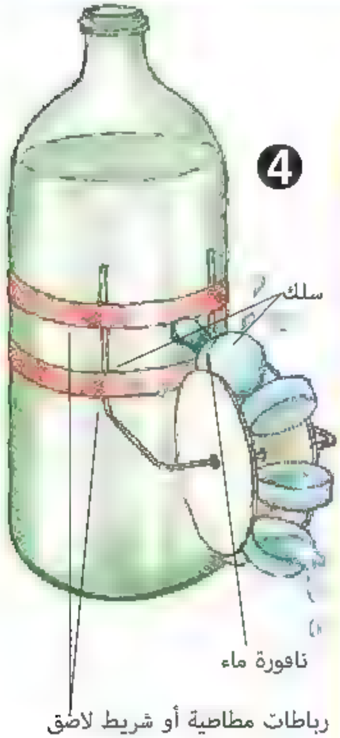
1 - قص من البلاستيك شكل قرصين. فليكن عرض القرص 7.5 سم. أحدث ثقبًا في وسط كل قرص. اطلب من شخص راشد مساعدتك على ذلك.

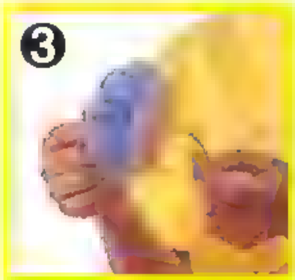
2 - ألصق أغطية القوارير على طرف أحد القرصين. ثبتها، وبذلك ستعمل كأكواب تلتقط الماء عند دوران الدولاب. ألصق القرص الثاني من الأعلى.

3 - اغرز السلك بالدولاب واثنه كما ترى في الصورة.

4 - ثبت الدولاب في القارورة مستعملاً الرّباط المطاطي أو الشريط اللاصق أو كليهما.

5 - املأ القارورة بالماء. عندما يتدفق الماء من الثقب سيدور الدولاب.











هل تعلم:
أن الأزهار والنباتات تبث بخار الماء إلى الهواء وأنها تمتص المزيد من المياه من خلال جذورها وجذوعها لاستبداله، وأن تدفق الماء هذا يسمّى «عرق النبات»؟



إذا وضعت أزهارًا بيضاء كهذه في كوب من المياه الملونة، فإن لونها سيتغير شيئًا فشيئًا. تمتص النباتات الماء من خلال جذوعها عبر الفعل الشعيري.

منطاد الهواء الساخن

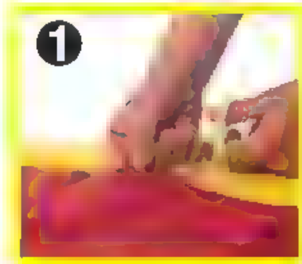
يحتوي منطاد الهواء الساخن على هواء أقل دفئًا وكثافة من الهواء المحيط به. لهذا السبب يطفو عاليًا.

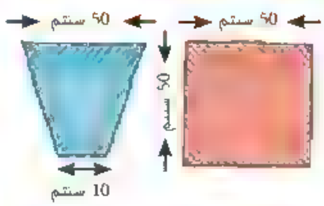
انظر: الحرارة والبرودة ص38

تحتاج إلى:

- الكثير من المناديل الورقية
- قطعة من الكرتون مقاسها 45 X5
- مقص
- غراء
- مجفف شعر

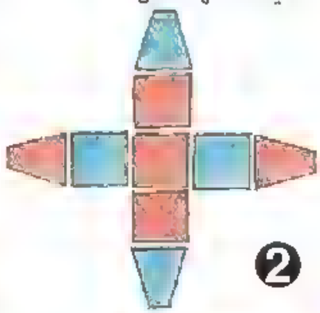
1 - اقطع بحذر خمسة مربعات من المناديل الورقية. واقطع أيضًا 4 قطع على شكل أوتاد مثل الصورة في الأسفل. يظهر المخطط أحجام هذه القطع.

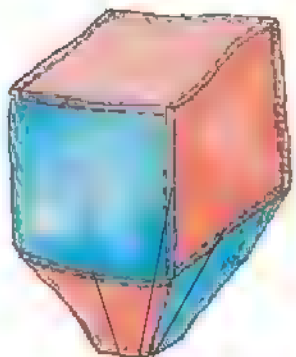




يبلغ حجم عرض بعض المناديل 50 سنتم عند شرائها.

2 - الصق بالغراء قطع المناديل. اصنعها على شكل صليب كما ترى في الأسفل ومن ثم ألصق أطراف الصليب بعضها ببعض





تأكد من أن الأطراف الملصقة محكمة الإغلاق.

3 - يبيع عرض بعض المناديل الورقية 50 سنتمترًا عندما تشتريها
ألصق حلقة من الكرتون حول عنق البالون



4 - أدخل مجفف الشعر بالحلقة الكرتونية وشغّله حتى ينفث الهواء الساخن إلى البالون الورقي من الأفضل الاستعانة بصديق ليمسك لك البالون بإحكام في أثناء قيامك بذلك. وعندما يمتلئ البالون بالهواء الساخن سيطفو عاليًا.



قد يكون صنع البالون صعبًا. لذا فقد تحتاج إلى مساعدة شخص راشد. اعمل بتأنٍّ حتى تتجنب تمزُّق المناديل الورقية.



هل تعلم:
أن الأخوين جاك إتيان وجوزيف ميشال مونتغولفر اخترعا مناطيد الهواء الساخن عام 1783 في فرنسا؟



جناح الطائرة

يظهر هذا المشروع كيفية عمل جناح الطائرة. الجناح هو حامل الطائرة، وهو ذو شكل خاص. عندما يتحرك الجناح، ينتقل الهواء الذي يمر فوقه بشكل أسرع من الهواء الذي يمرّ تحته. وهذا ما يرفع الجناح نحو الهواء.

انظر: الماء ص20

تحتاج إلى:

- قشتين
- معجون
- كرتونة رقيقة
- كرتونة سميكة قاسية
- ورقة
- خرّامة
- مقص وغراء

1 - اقطع قطعة من الكرتونة الرقيقة بطول 25 سم وعرض 10 سم. اختر جانبًا طويلًا لوضعه من الأمام وأحدث ثقبًا قرب نهاية كل طرف. هذه القطعة هي جناح الطائرة



2 - اقطع الكرتونة السميكة لتشكيل قاعدة المشروع بحجم 30x10 سم. ثبت القشتين بالمعجون على القاعدة الكرتونية بحيث تلتصق كل قشة بالتقبين اللذين أحدثتهما في الجناح.



قاعدة سميكة من الكرتون

3 - وجِّه مجفف الشعر نحو الجناح من بعد متر واحد. هل يمكنك جعل الجناح يرتفع نحو الأعلى؟ (عندما توجِّه المجفف، ستميل القشتان إلى الخلف والقاعدة قد تنزلق إلى الوراء. وهذا يحدث بسبب قوة تسمّى "الجرّ" تدفع الجناح إلى الوراء عندما يندفع الهواء فوقه).

4 - حوّل الآن شكل الجناح إلى جنيح. للقيام بذلك، اقطع ورقة بحجم الجناح الكرتوني على أن يكون أكثر قصرًا وعرضًا بقليل.

5 - ألصق الورقة فوق الجناح





كما يظهر في الصورة أدناه، لثني الجزء العلوي.

6 - وجِّه مجفف الشعر إلى الجناح مجددًا. ماذا يحدث؟ هذه المرة سيرتفع الجناح بسهولة أكبر. هل ترى كيف يساعد شكل جناح الطائرة على الطيران؟



هل تعلم:
أن جناح الطائرة يرتفع بفضل مبدأ برنولي، وهو يعمل بوساطة الغازات المتحركة والسوائل المتدفقة أيضًا جرِّب المشروع أدناه، لمعرفة المزيد عنه



مبدأ برنولي

يحدث الهواء أو الماء المتحرك نسبة أقل من الضغط أكثر مما يفعل الهواء أو الماء الساكن. وهو ما اكتشفه العالم السويدي دانيال برنولي، فسمِّي هذا المبدأ أو القانون باسمه.

انظر: الماء ص20

تحتاج إلى:

- ورقة
- أنبوب من الكرتون
- مقص
- شريط لاصق

يمارس الهواء الذي يتحرك بسرعة بين الشريطين الطويلين ضغطًا أقل من الهواء الساكن. إذًا عندما تنفخ الهواء بقوة داخل الأنبوب، يندفع الشريطان الطويلان معًا



1 - قصّ من الورقة شريطين بحجم 3x20 سم.

2 - ألصقهما على الجزء الخارجي من الأنبوب الكرتوني.

3 - انفخ بقوة في الأنبوب. ماذا يحدث؟



الأتوجايرو Autogyro

الاتوجايرو طائرة ذات مروحة دوّارة في الأعلى. تدور هذه المروحة الدوّارة عندما يمرّ الهواء فوقها وتساعد على رفع الطائرة.

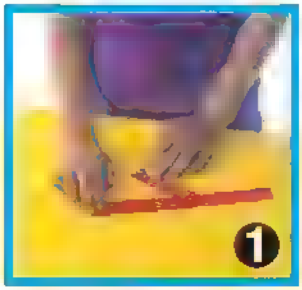
انظر: الغلاف الجوي ص88

تحتاج إلى:

- قطعة رقيقة من الكرتون أو ورقة صلبة
- قلم رصاصي
- مسطرة
- مقص
- مشبكين للورق.

1 - قص قطعة من الكرتونة بحجم 3x40 سم اطْوها من المنتصف. ابسطْها واطْوِ طرفًا واحدًا فوقها، على مسافة 10 سم من الطرف فتكن الطية على زاوية صغيرة كما تظهر في الصورة.





2 - اقلب الكرتونة واطْوِ الطرف الآخر بالطريقة نفسها

3 - أعد فتح الطرفين المطويين لتصنع جناحين. ثبت مشبكين في أسفل الأتوجايرو.

4 - أسقط الأتوجايرو من مكان عالٍ. انظر كيف تدور في أثناء سقوطها فالهواء يدفعها إلى الريشتين المثنيتين ويديرهما



هذه طائرة أتوجايرو حقيقية. تبدو مثل الهليكوبتر لكنها تعمل بطريقة مختلفة. فبدلًا أن تمتلك محركًا يُدير المروحة الدوّارة الكبيرة في الأعلى، تملك مروحة من الخلف لتدفعها إلى الأمام. هذه الحركة إلى الأمام هي التي تشغّل المراوح الدوّارة.

يا لها من قوّة جرّ!

أيّ شي ما يتحرك في الهواء يبعد الهواء أمامه من الطريق. وهذا يولّد قوة تسمّى «مقاومة الهواء» (الاحتكاك أو الجرّ) تحاول أن تُبطئَ من حركة الجسم. تسمح بعض الأشكال للهواء باختراقها بسهولة أكبر من أشكال أخرى. تولد هذه الأشكال الملساء الانسيابية قوة جرّ أصغر.

انظر: الاحتكاك ص42

تحتاج إلى:

- كرتونة رقيقة
- كرتونة صلبة
- شريط لاصق
- مقص

1 - اِصنع ثلاثة أشكال من الكرتون، يبلغ ارتفاع كل منها 10 سم وعرضه 5 سم. اجعل أحدها على شكل مستطيل (صندوق)، وآخر على شكل أنبوب والثالث على شكل سمكة. ألصق أسفل كل منها على كرتونة سميكة مربعة كما ترى في الصورة. ضع الأشكال على خط واحد. استخدم مجفف شعر بمستوى منخفض ووجّهه إلى الأشكال.

2 - شغّل المجفف على مسافة نحو متر واحد تقريبًا من الأشكال. قرّبه شيئًا فشيئًا. أي



من الأشكال تحرك أكثر من غيره؟ إنه الشكل الذي يملك أقوى قوة مقاومة الهواء، وسرعان ما سينقلب أو يندفع! أي من الأشكال يملك أقل قوة مقاومة الهواء وينجر أقل ويصمد أكثر من غيره؟



مولّد الرياح

يستخدم مولد الرياح الرياح لتحريك شفراته أو ريشاته وتشغيل محرك لتوليد الكهرباء. اصنع أنت أيضًا ريشات تدور بفعل الريح، كشفرات مولد الرياح.

انظر: الطاقة للعالم ص44

تحتاج إلى:

- قارورة بلاستيكية كبيرة
- عصا رفيعة
- دبابيس خاصة بالخرائط مستديرة الرأس
- دبّاسة للورق
- شريط لاصق

1 - اطلب من شخص راشد أن يساعدك على قطع رأس القارورة لتصنع أنبوبًا. انتبه وأنت تقص البلاستيك إلى أن الأطراف قد تكون حادة. اقطع بالطول الأنبوب نصفين لتصنع دوارتين للمروحة على شكل C.



❶

2 - ركّب أطراف دوارتي الريح بشكل متداخل على نحو 7 - 8 سم لتصنع شكل S. اشبكهما على طول الأطراف فحسب، كما يظهر في الصور. اترك فتحة على امتداد التداخل.

3 - أزلق العصا في الفتحة. ألصقها في مكانها عند كل طرف.

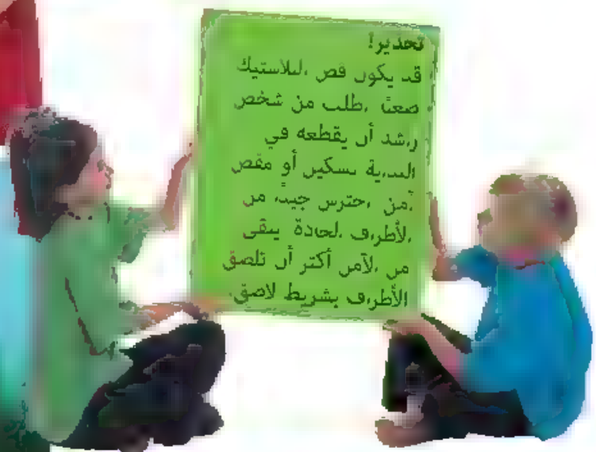


❸

4 - اغرز دبوسًا في طرفي العصا. اسند العصا على يدك أو إصبعك لتقف بشكل عمودي (رأسي). إذا أخذت مولدك إلى مكان تعصف فيه الريح وأمسكته على هذا النحو، سترى كيف سيدور. حتى إنه قد يدور أيضًا إذا نفخت عليه بلطف.



❹





هذه الطاحونة ليست طاحونة حقًا. تدير الريح الشفرات أو الريشات، ما يشغّل مضخة تمنع الحقل من الفيضان.

موصل أم عازل؟

تسمّى المواد التي تستطيع الكهرباء عبورها موصلات كهربائية. أما المواد التي لا تستطيع المرور فيها الكهرباء فتسمّى العوازل الكهربائية. بهذه الطريقة ستعرف ما إذا كانت المادة موصلة أو عازلة للكهرباء.

انظر: جريان الكهرباء ص52

تحتاج إلى:

- بطارية (مصباح يدوي أو مذياع)
- سلك رقيق (سلك معزول)
- مقص
- شريط لاصق
- لمبة وحاملة اللمبة
- ملاقط
- مجموعة من الأشياء والمواد للاختبار

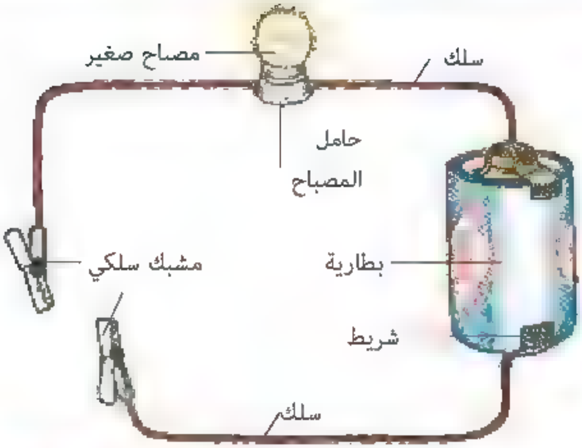
1 - قص ثلاثة أسلاك كهربائية، كل منها بطول 50 سم. اطلب من شخص راشد أن يساعدك على نزع البلاستيك عن طرف كل من هذه الأسلاك الثلاثة. ضع اللمبة على حاملها.

2 - أعدّ مسارًا كهربائيًا بالشكل الذي تراه في الصورة أعلاه.

3 - ضع أشياء أو مواد مختلفة بين الملاقط. ماذا يحدث في كل مرة؟

4 - إذا كانت المادة موصلة للكهرباء، فسيكتمل المسار وتضيء اللمبة. أما إذا كانت المادة عازلة للكهرباء فستبقى اللمبة مطفئة

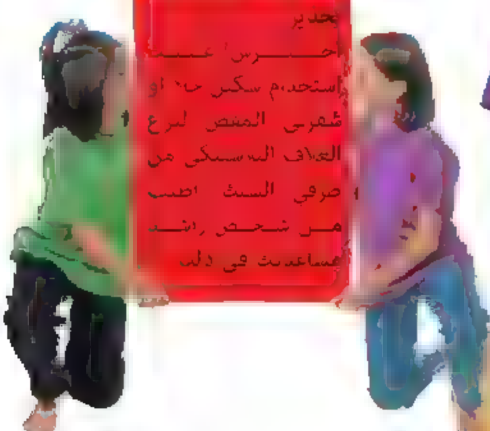
5 - جرّب رصاصة قلم رصاص. هل تضيء اللمبة أم أن نورها يكون خافتًا فحسب؟











تحذير

احترس عند استخدام سكين حاد أو شفرتي المقص لنزع الغلاف البلاستيكي من طرفي السلك. اطلب من شخص راشد مساعدتك في ذلك

الكهرباء الساكنة

قد ينتج فرك مادتين عازلتين مختلفتين شحنات كهربائية عليهما (الكهرباء الساكنة). في إمكان هذه الشحنة التقاط مواد متناهية الصغر، مثل المغناطيس تقريبًا.

انظر: الكهرباء الساكنة ص50

تحتاج إلى:

- كيس بلاستيكي خاص بالنفايات
- قطعة قماش ناعم
- قصاصات ورقية، مقص

1 - اقطع الورقة قصاصات صغيرة بحيث يكون حجم القصاصة الورقية 5 ملم. بعثر القصاصات على الطاولة.

2 - قص جزءًا من الكيس البلاستيكي بحجم هذه الصفحة تقريبًا. ضعه على الطاولة وافركه عدة مرات بالخرقة. سيزوّد هذا الفرك الكيس البلاستيكي بشحنات ساكنة، ما يعني أنه يضم شحنات كهربائية صغيرة على سطحه.

3 - ارفع الكيس بتأنٍّ وقرّبه من قصاصات الورق. ماذا سيحدث؟







يومض البرق في سماء الليل. يحدث البرق عندما تنطلق الكهرباء الساكنة أو الشحنة الكهربائية من الغيمة إلى الأرض. وتتولد الكهرباء الساكنة عندما يحتك بعض قطرات الماء وبلورات الثلج ببعض داخل الغيمة.

صنع بطارية

تنتج بعض المواد الكيميائية مجتمعةً الكهرباء.

انظر: الكهرباء من المواد الكيميائية ص54

تحتاج إلى:

- نقود معدنية نحاسية، مسامير مغلفة بالزنك، ورق ألمنيوم خاص بالطعام
- ملاقط
- سلك كهربائي رفيع (عازل)، مقص.
- بوصلة مغناطيسية
- ملح، ماء، وعاء

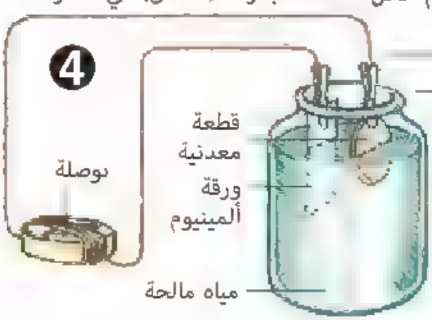
1 - قص سلكًا كهربائيًا بطول متر واحد. وبمساعدة شخص راشد، جرّد طرفي السلك من غلافهما البلاستيكي.

2 - لف الجزء الأوسط من السلك حول البوصلة نحو 12 لفة. صِلْ كل طرف من طرفي السلك بالملاقط.



3 - املأ الوعاء بماء دافئ. ضع الملح ثم حرك الماء حتى يذوب الملح تمامًا.

4 - ضع في الماء عملة نقدية نحاسية في أحد الملقطين وقطعة من ورق الألمينيوم أو مسمارًا مغلفًا بالزنك (مغلفن) في الآخر.



5 - أنزل الملقطين في الماء المملح. إذا ارتعشت الإبرة، فإن بطاريتك تولّد تيارًا كهربائيًا. سيجري في السلك وينشئ حقلًا مغناطيسيًا.



الحقول المغناطيسية

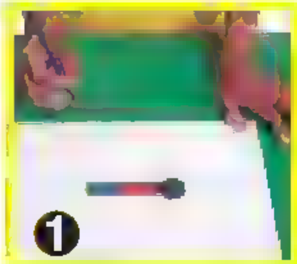
الحقل المغناطيسي هو المنطقة التي تحيط بالمغناطيس إذ يجذب الأشياء كافة المحتوية على الحديد نحوه. تنتشر قوة الجذب في الأرجاء حول المغناطيس. في إمكانك أن ترسم صورة للحقل المغناطيسي.

انظر: الحقل المغناطيسي العجيب ص60

تحتاج إلى :

- بوصلة مغناطيسية صغيرة
- مجموعة من المغناطيسات
- أوراق
- قلم رصاص أو قلم حبر

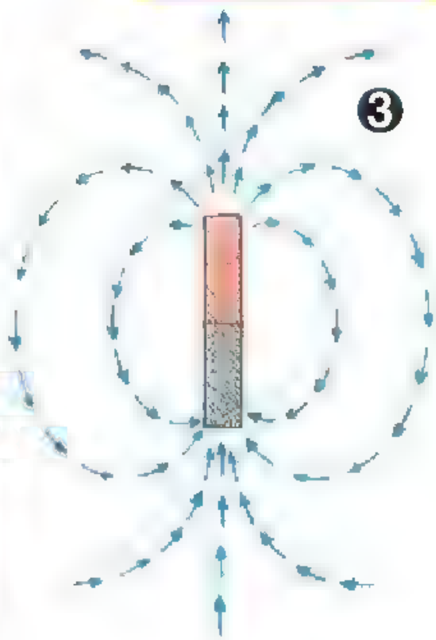
1 - ضع المغناطيس وسط ورقة. ضع البوصلة قرب المغناطيس.



2 - ارسم سهمًا مظهرًا اتجاه الإبرة على الورقة.

3 - تابع تحريك البوصلة وارسم الخطوط. بهذه الطريقة ستنشأ صورة لحقل المغناطيس المغناطيسي





صنع المغناطيسية

استخدم المغناطيس لجعل قطعة معدنية أخرى تعمل كالمغناطيس. تذكر أن هذا لا ينجح إلا بالأشياء التي تحتوي على الحديد.

انظر: المغناطيس ص61

تحتاج إلى:

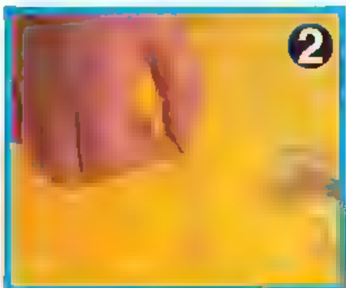
- مغناطيس
- مشابك للورق مصنوعة من الفولاذ (الفولاذ يتكوّن في معظمه من الحديد)

1 - التقط بوساطة مغناطيس مشبكًا للورق، فيتدلى المشبك نحو الأسفل.

2 - هل يمكنك التقاط مشبك آخر بوساطة المشبك الأول المعلق بالمغناطيس؟

تحول المشبك الأول بدوره إلى مغناطيس. وهو ما يسمّى التأثير المغناطيسي المستحث







لإعداد بوصلة، دع الإبرة تتحرك بحرية. أدر قاعدة البوصلة لتصبح الإبرة على خط موازٍ للشمال والجنوب على القرص.

بوصلة بسيطة

تشكل إبرة البوصلة مغناطيسًا متجهًا دائمًا نحو الشمال والجنوب.

انظر: مغناطيسية عجيبة ص60

تحتاج إلى:

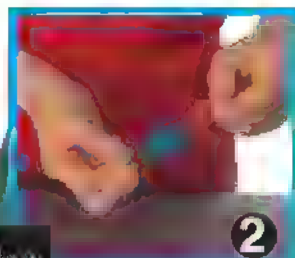
- طبق مسطح وماء
- فلينة، سكين حاد
- إبرة فولاذية
- مغناطيس، بوصلة مغناطيسية
- شريط لاصق

1 - اطلب من شخص راشد أن يقص لك قطعة من الفلين بسماكة 5 ملم. ألصق الإبرة بالفلينة بواسطة شريط لاصق.



2 - اطرق الإبرة عدة مرات طوليًا، بالاتجاه نفسه، بطرف المغناطيس نفسه.

3 - ضع الفلينة في الماء لتطفو. هل اتجهت الإبرة إلى الشمال - الجنوب؟ تحقق من الأمر مستعملًا بوصلة حقيقية!





موجات لاسلكية

تنشأ موجات لاسلكية عندما تتغير قوة التيار الكهربائي أو اتجاهه. أعدّ موجاتك اللاسلكية الضعيفة.

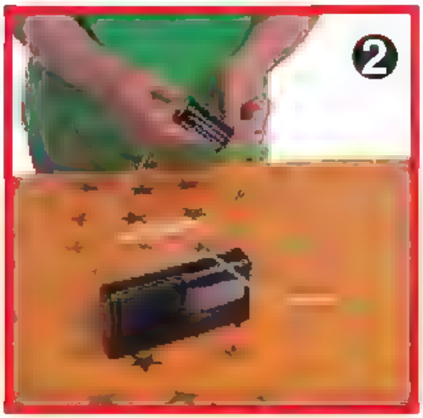
انظر: الموجات ص66

تحتاج إلى:

- راديو يتلقى تردّد AM
- سلك كهربائي (سلك رفيع معزول)،
- مقص
- بطارية 3 فولت.

1 - اطلب من شخص راشد أن يقطع لك سلكًا كهربائيًا رفيعًا بطول متر واحد وجرّده من البلاستيك العازل عند طرفيه شغّل الراديو وغيّر الموجة بحيث لا تستطيع سماع أي محطة إذاعية بل مجرّد هسيس أو ذبذبة. ضع السلك فوق الراديو.

2 - ثبت أحد طرفَي السلك على أحد طرفَي البطارية. وحكّ الطرف الآخر بطرف البطارية الآخر. هل يصدر صوت خشخشة من الراديو؟ نتج ذلك الصوت من التيار المتحوّل في السلك مولدًا موجات لاسلكية ضعيفة جدًا بالقرب من الراديو.





يرسل الهاتف الخلوي ويتلقى موجات لاسلكية ضعيفة جدًا. ترسل هذه الموجات إلى جهاز إرسال ومنه، يقع عادة على بضعة كيلومترات

انتشار الذبذبات

يجعل الصوت الأشياء تتذبذب. يُظهر هذا المشروع الذبذبات.

انظر: موجات الصوت ص68

تحتاج إلى:

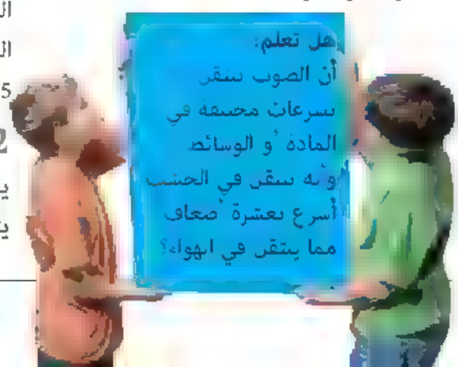
- بالون
- أنبوب مصنوع من الكرتون القوي بطول 10 سم تقريبًا
- شريط مطاط
- سكر أو ملح
- مقص

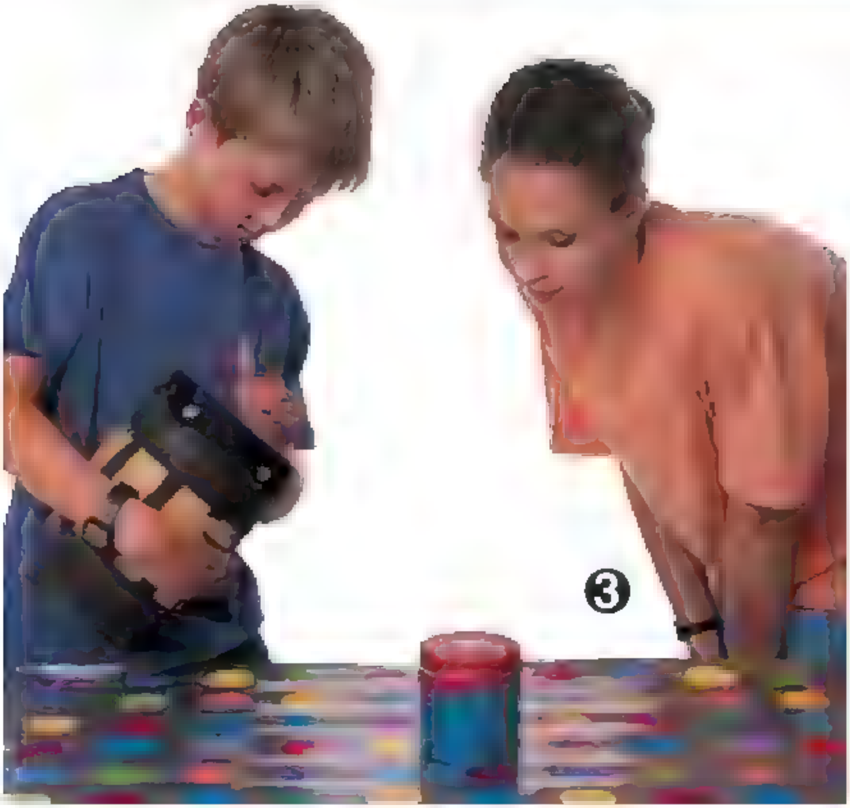
1 - قصّ عنق البالون. مدِّد البالون فوق طرف الأنبوب لتصنع طبلة محكمة.



2 - لفّ الشريط المطاط حول الأنبوب لتثبيت البالون. رش القليل من السكر أو الملح على البالون. قرِّب فمك من البالون وهمهم أو غنِّ بنغمة منخفضة. يجب على حبيبات الملح أو السكر القفز. وإن لم تقفز، حاول الغناء بصوت أعلى أو جرب نغمات مختلفة، بصوت عالٍ أو منخفض.

3 - جرِّب أنواعًا أخرى من الأصوات كالضرب على الطبل. أي صوت يجعل حبيبات الملح أو السكر تقفز أكثر؟





الموجات في الصينية

ينتقل الصوت على شكل موجات شبيهة بموجات الماء.

انظر: الموجات ص66

تحتاج إلى:

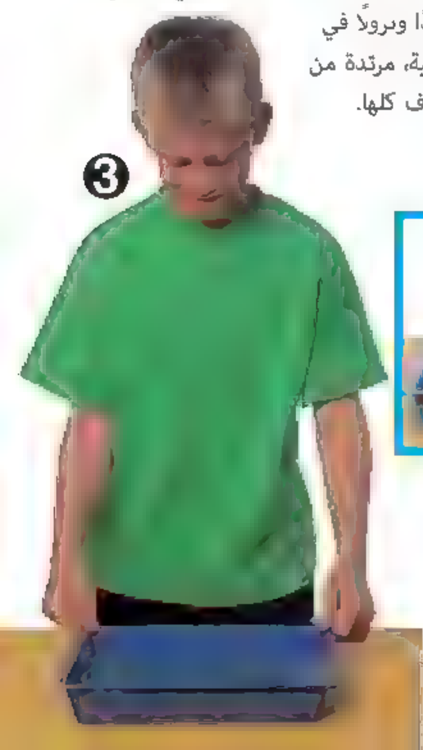
- صينية كبيرة ذات حواف عالية
- ماء

1 - املأ الصينية بتأنٍّ بالماء حتى تصبح المسافة الفاصلة بين سطح الماء وقمة الصينية 5 سم



2 - ضع طرف إصبعك في وسط الصينية وانتظر حتى يستقر الماء. اسحب الآن إصبعك بسرعة وراقب كيف يتمدد الماء في حلقة، مثل موجات الصوت في الهواء.

3 - اترك الماء يستقر ثانية عندما يسكن ارفع أحد طرفي الصينية قليلًا ومن ثم أعِدْه كما كان. راقب موجات الماء وهي تتأرجح صعودًا ونزولًا في الصينية، مرتدة من الأطراف كلها.



السماع عبر الأذنين

يساعدك امتلاكك لأذنين اثنتين على تحديد اتجاه الصوت.

انظر: أصوات صاخبة وناعمة ص72

تحتاج إلى:

عصابة للعينين

عدد من الأصدقاء

1 - يسمّى سماع الأصوات بأذنيك الاثنتين السماع «الستريفوني». اطلب من أصدقائك أن يقفوا حولك في دائرة على مسافة 3 أمتار تقريبًا. وضَعْ عصابة على عينيك.

2 - غطِّ إحدى أذنيك، لكي لا تتمكن من السمع إلاّ بأذن واحدة. اطلب من أصدقائك التصفيق بخفة، كلّ بدوره.

3 - في إمكان أصدقائك الانتقال من مكان إلى آخر ضمن الحلقة لإثارة حيرتك.

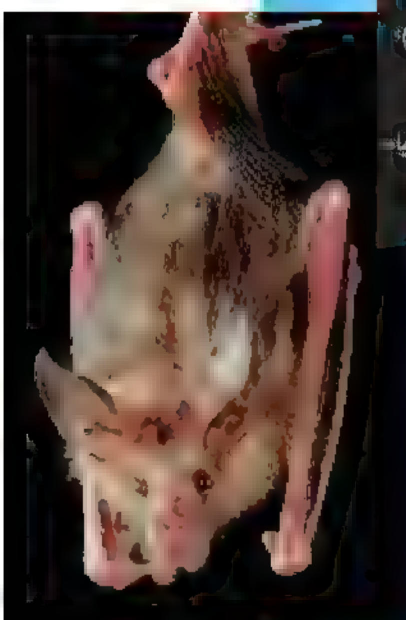
4 - قم بذلك مجددًا ولكن دع كلتا الأذنين مكشوفتين. يجب أن تقدر على تحديد مصدر الصوت بدقة أكبر كلما تسمع تصفيقًا.



2



3



تصدر الخفافيش عندما تطير في الظلام أصواتًا عالية الطبقة، ويساعدها صدى الصوت في رصد الأشياء التي عليها تجنبها أو قوتها من الحشرات.



تنتقل موجات البحر على امتداد سطح الماء صعودًا ونزولًا حتى تتكسر على الشاطئ. وينتقل الصوت أيضًا ضمن موجات، إلا أننا نعجز عن رؤيتها. وتشكل الموجة طريقة لنقل الطاقة، كالصوت أو الضوء، من مكان إلى آخر.

كم يبلغ عمقه؟

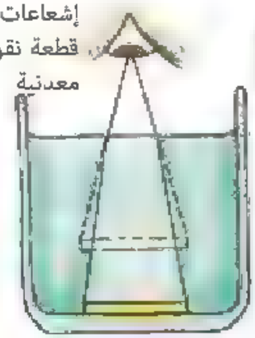
يتكسر الضوء عندما يمر من الهواء إلى الماء (أي يغيّر اتجاهه).

انظر: الضوء المنكسر ص78

تحتاج إلى:
- كأس زجاجية
- قطعة نقود معدنية

1 - ضع قطعة النقود المعدنية في أسفل الكأس

2 - انظر إلى الماء. حرّك إصبعك صعودًا ونزولا خارج الكأس حتى تبدو متساوية مع القطعة النقدية. انظر من الجانب هل تساوى مع القصعة النقدية؟ في الواقع، ستبدو القطعة النقدية أقل عمقًا في المياه مما هي عليه فعليًا





كاميرا في صندوق

حاول أن تصنع كاميرا مظلمة (كاميرا من دون فيلم). تلتقط الكاميرا الضوء من مشهد وتنتج صورة على الشاشة.

انظر: ضوء منكسر ص78

تحتاج إلى :
- صندوق صغير من الكرتون
- عدسة مكبرة
- ورقة شفافة
- مقص وشريط لاصق

1 - عليك أولًا بضبط البعد البؤري للعدسة المكبرة في غرفة كبيرة، ثم قف على مسافة 3 سم من النافذة

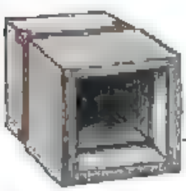
2 - حرّك يدك حتى تحدث العدسة على راحة يدك صورة واضحة عن المشهد خارجًا. تشكل المسافة ما بين العدسة وراحة يدك الطول البؤري للعدسة.

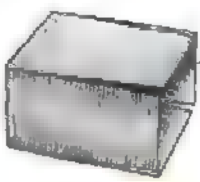
3 - ينبغي أن يكون صندوق الكرتون أطول من الطول البؤري للعدسة ببضعة سنتيمترات. قص الصندوق من الوسط لتحصل على نصفين.

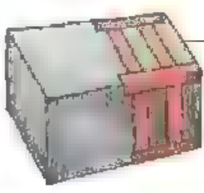
4 - اقطع على طول طرفَي الصندوق حتى ينزلق في النصف الآخر من الصندوق. ثبت الأطراف الجديدة بالشريط اللاصق كما ترى في الأسفل.

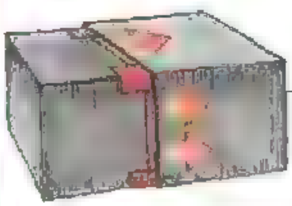
5 - أحدث ثقبًا في نهاية النصف الثاني من الصندوق. غلّفه بالورقة الشفافة.

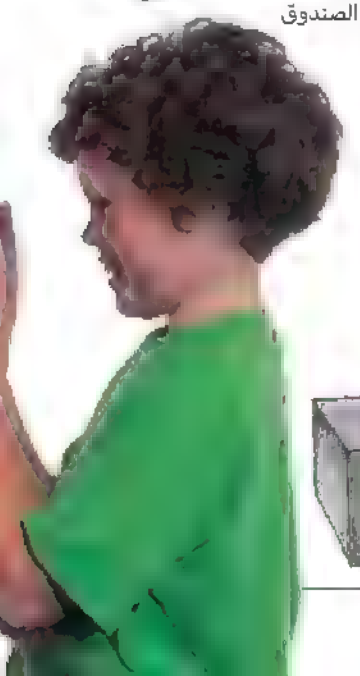
6 - اقطع فتحة أصغر حجمًا بقليل من العدسة المكبرة في نهاية النصف الآخر من الصندوق.

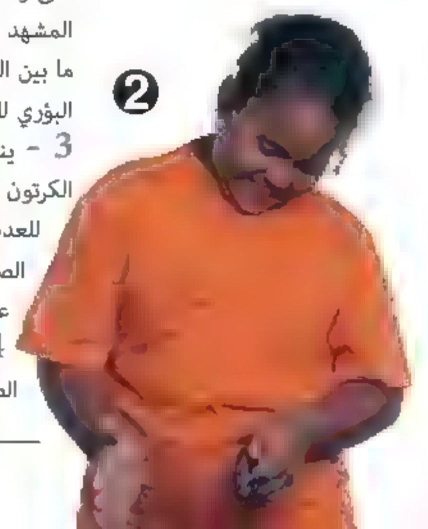












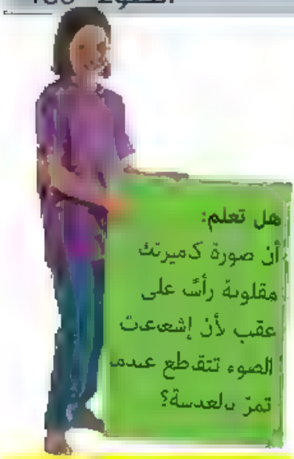


ألصق العدسة المكبرة به.

7 - وجّه الكاميرا إلى شيء مضيء. اجمع نصفَي الصندوق أو افصلهما حتى تحصل على صورة

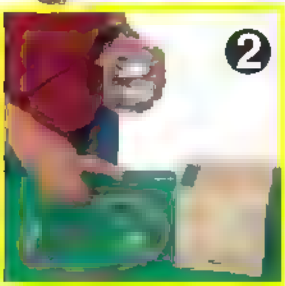


واضحة للشيء الموجود على شاشة الورقة الشفّافة. يسمّى هذا تركيز الكاميرا البؤري.





يستخدم الميكروسكوب البصري عدسات كثيرة لتكبير الصورة بـ 1000 ضعف، يمكنه رؤية جراثيم متناهية الصغر مثل البكتيريا.



ميكروسكوب من قطرة الماء

تجعل العدسات الأشياء تبدو أكبر أو أصغر حجمًا مما هي عليه فعلًا. يمكنك أن تصنع ميكروسكوبيًا بسيطًا من قطرة ماء.

انظر: استخدام الضوء ص80

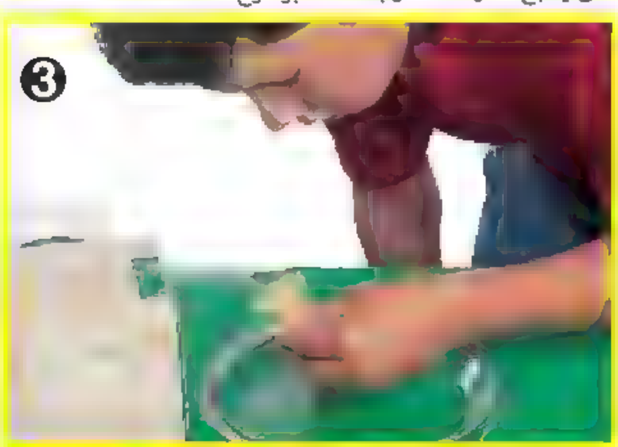
تحتاج إلى:

- قارورة بلاستيكية
- صندوق صغير، مثل صندوق المناديل الورقية
- خرّامة
- مقص وشريط لاصق
- ماء

1 - اطلب من شخص راشد مساعدتك على قص شريحة صغيرة من قطعة بلاستيكية رقيقة بحجم 3x10 سم تقريبًا. استخدم الخرّامة لإحداث ثقب بالقرب من أحد أطراف الشريحة. بعد ذلك، ألصق الشريحة بالشريط اللاصق بإحكام لتثبيتها بصندوق صغير حتى يصبح الطرف المثقوب متدليًا فوق جانب الصندوق.

2 - استخدم إصبعك لوضع قطرة ماء في الثقب. يجب أن تنشأ شكل عدسة ملتوية في الثقب.

3 - لاستخدام الميكروسكوب، ضع عينك على مقربة من العدسة المائية. ضع شيئًا تحتها. حرّك الشيء صعودًا ونزولًا (التركيز البؤري) حتى تتمكن من رؤيته بوضوح.





الضوء من أجل النمو

تستخدم النباتات الطاقة المتوافرة في الضوء لتصنع طعامها. اكتشف ما الذي يحدث إذا أبقينا النبتة في الظلمة!

انظر: الحياة على الأرض ص94

تحتاج إلى :

- بذور الحرحير
- تربة رراعية
- صينية مسطحة لزرع البذور فيها
- قطعة من الكرتون ومقص

1 - املأ الصينية بالتربة الزراعية. انثر بذور الجرجير على سطح التراب ومن ثم اسقها بالماء.





2 - اترك الصينية على حافة النافذة حتى تتمكن من تلقّي الكثير من الضوء. تحقق كل يوم من نمو البذور.

3 - بعد بضعة أيام، عندما تتشكل الأوراق، قُصّ قطعة من الكرتون وضعها فوق الصينية. ومجددًا تحقق من البذور كل يوم. ما الذي حدث للأوراق النابتة بعدما وُضعت تحت قطعة الكرتون. ما الذي يمكنك أن تقوله من خلال هذا المشروع بشأن حاجة النبات إلى الضوء؟



الانتحاء الضوئي

تحاول النباتات أن تنمو باتجاه الضوء الساطع حتى تتمكن أوراقها من الحصول على أكبر كمية ممكنة من الضوء. يعرف هذا بالانتحاء الضوئي.

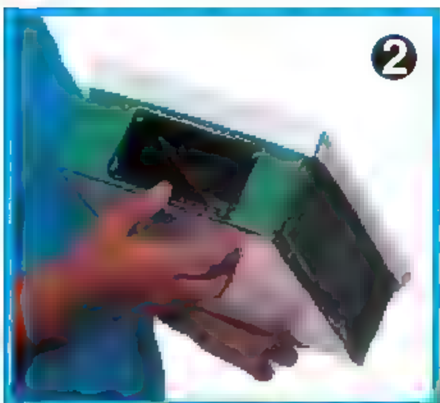
انظر: الضوء ص74

تحتاج إلى:

- بذور الجرجير
- تربة رراعية
- صينية صغيرة سطحية للبذور
- صندوق من الكرتون ومقص

1 - املأ الصينية بالتربة الزراعية، انثر البذور على السطح ومن ثم اسقها بالماء.

2 - قص فتحة بطول 10 سم على جانب صندوق الكرتون. ضع الصينية داخل الصندوق وضع الغطاء على الصندوق. اترك الصندوق قرب النافذة ليصل الضوء من خلال الفتحة.



تحذير

حذار من العفن. اغسل يديك إذا لمسته. اغسل الوعاء الذي كان يضمه عند انتهاء المشروع.





السراخس، كالعفن، يتكاثر من البوغ، لكنه يقوم بذلك بطريقة مختلفة. يتحول البوغ أولًا إلى ورقة صغيرة على شكل قلب (المُشيرة)، وتتحول هذه بعد ذلك إلى نبتة السرخس الأساسية.



العفن

العفن نوع من الفطريات، ينمو على الكائنات الميتة أو القديمة.

انظر: الحياة على الأرض ص94

تحتاج إلى:

- طبق مسطح صغير
- شريط بلاستيكي لاصق
- بعض الخبز
- عدسة مكبرة

1 - ضع بضع كسرات من الخبز في وعاء. اتركه في الهواء لعدة ساعات. أضف بضع قطرات من الماء إلى الخبز حتى يصبح رطبًا. غطِّ الوعاء بالشريط البلاستيكي اللاصق واتركه في مكان دافئ.





2 - بعد بضعة أيام، يجب أن يغطي العفن الخبز. انظر إلى العفن من خلال الشريط البلاستيكي اللاصق. افحصه بوساطة العدسة المكبرة هل ترى خيوطًا رقيقة تنتشر على سطح الخبز وجسيمات كروية سوداء تنمو نحو الأعلى؟ يسمّى هذا النوع من العفن «العفن الدبوسي». تحرر الرؤوس الدبوسية السوداء أبواغًا صغيرة بحجم حبيبات الغبار. تتحول هذه الأبواغ إلى مزيد من العفن.

3 - راقب البذور وهي تنبت هل تنمو بشكل مستقيم نحو الأعلى، كما يحدث عادةً، أم تنمو باتجاه الفتحة؟

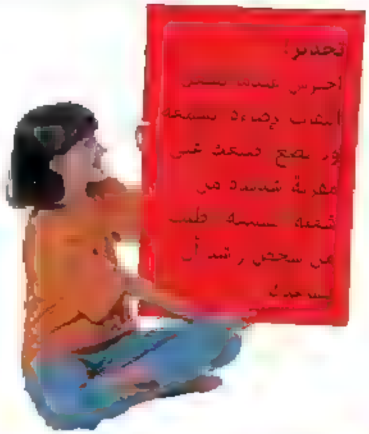
ما الذي تفعله النار بالهواء؟

تحتاج النار إلى الهواء لتشتعل. وبدقة أكبر، تحتاج النار إلى أحد الغازات الموجودة في الهواء أي الأوكسجين. سيظهر مشروع الشمعة هذا كمية الهواء المستخدمة قبل انطفاء النار. اطلب من شخص راشد أن يساعدك على هذا المشروع.

انظر: الغلاف الجوي ص88

تحتاج إلى:

- شمعة صغيرة
- معجون
- صحن مسطح
- وعاء
- ماء

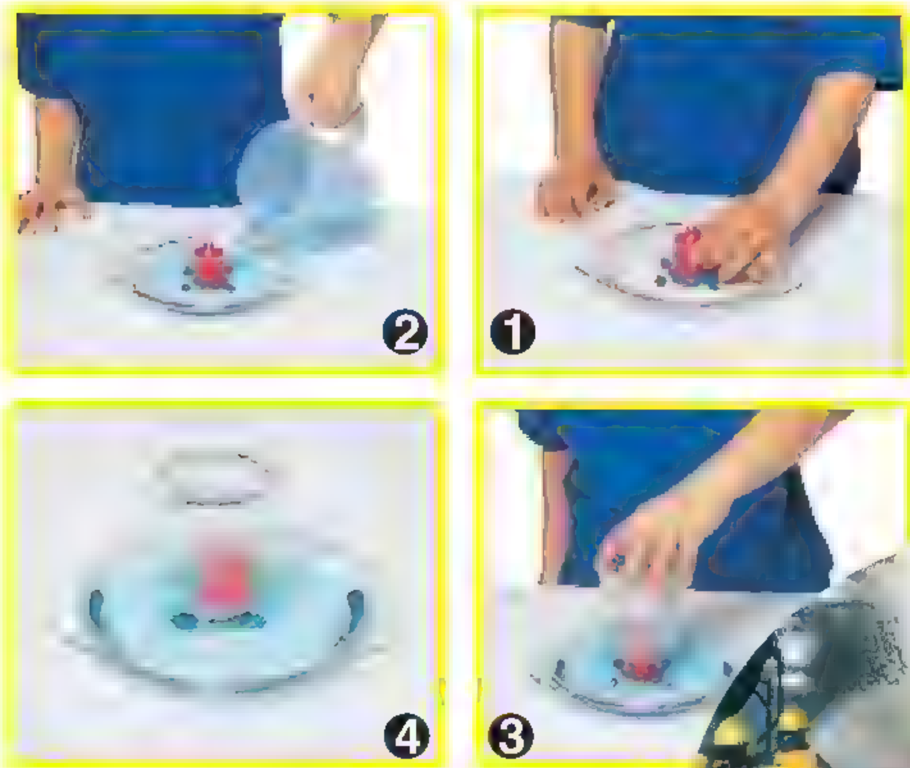


1 - ضع الشمعة في وسط الطبق. لتثبيتها في مكانها، استخدم ثلاث كتل أو أربعًا من المعجون. احرص على أن يكون رأس الشمعة فوق مستوى حافة الطبق

2 - ضع ثلاث كتل أو أربعًا من المعجون (كما ترى في الصورة)، على أن تفصلها المسافة نفسها عن الشمعة. ستضع عنق الوعاء عليها.

3 - املأ الطبق بالماء، وأشعل الشمعة بحذر ثم ضع الوعاء بسرعة فوق الشمعة. ضع حافة الوعاء بشكل متوازن مع الحافة أسفل السطح.

4 - ما الذي يحدث؟ انتظر حتى تنطفئ الشمعة وانظر إلى الوعاء. ما الذي حدث لمستوى الماء؟ يتدفق الماء إلى الوعاء، لكنه يملأ جزءًا منه فحسب. يظهر هذا أن جزءًا من الهواء قد استنفده



الاحتراق. الماء ملأ الفراغ حيث كان موجودًا في الأصل. جزء الهواء المستنفد هو الأوكسجين. يشكل الأوكسجين الغاز الذي نستخدمه عندما نتنفس وعند الاحتراق. أما ما تبقّى من الهواء الذي لم يستخدم في أثناء الاحتراق فيتكون من الغازات الأخرى التي تتألف في معظمها من النيتروجين الذي يشكل أربعة أخماس من الهواء العادي.



يستخدم رجال الإطفاء أحيانًا رغوة خاصة لإطفاء النيران. تمنع هذه الرغوة الأوكسجين من الوصول إلى النار، وبذلك تتوقف عن الاشتعال.



تظهر خريطة الطقس على التلفاز أماكن الضغط الجوّي المرتفع والمنخفض. يعني الضغط الجوّي المرتفع عادة أن الطقس صحو، في حين أن الضغط الجوّي المنخفض يشير إلى أن المطر على وشك التساقط.

الهواء والطقس

ينضغط الهواء نزولًا على الأرض طوال الوقت، لكنك لا تستطيع أن تشعر به إلا أنه موجود طوال الوقت. ويكون الضغط الجوّي أكبر إذا كان الهواء جافًّا، في حين أن الضغط يكون منخفضًا إذا كان الطقس رطبًا وممطرًا. نستعمل عادة البارومتر لقياس الهواء أو الضغط الجوّي. وفي إمكانك صنع جهاز البارومتر الخاص بك واستخدامه للتنبؤ بالطقس.

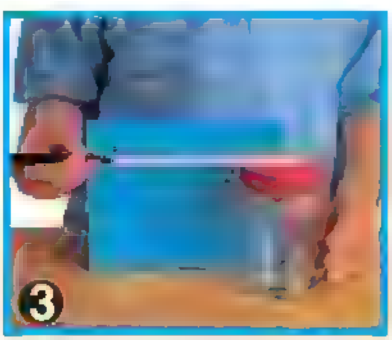
انظر: الطقس ص90



يقيس البارومتر ضغط الهواء بالإنش والمليبار. يتغير ضغط الهواء من مكان إلى آخر وقد يتغيّر أيضًا في غضون دقائق.







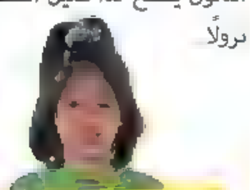
تحتاج إلى:

- وعاء
- بالون تم قص عنقه
- رباط مطاطي قوي
- قشة
- قطعة من كرتون سميك
- شريط لاصق
- غراء مناسب للورق
- قلم حبر

1 - ابسط البالون فوق رأس الوعاء. ضع الرباط المطاطي على عنق الوعاء لمنع البالون من الخروج من مكانه.

2 - ضع غراء على طرف القشة لتلصقها بالبالون. استعمل الشريط اللاصق لتثبيت قطعة الكرتون على الوعاء خلف القشة. ينبغي أن تكون قطعة الكرتون أطول من الوعاء وأكثر عرضًا من القشة، على ألا تلمس القشة.

3 - ضع علامة على قطعة الكرتون لتظهر مكان اتجاه القشة. ودوّن الوقت الذي وضعت فيه العلامة. قم بهذا في الوقت عينه من كل يوم. لماذا تتحرك القشة؟ عندما يتجه الهواء المحيط نزولًا، يزداد الضغط في الوعاء جاعلًا البالون ينتفخ لذا تميل القشة نزولًا



هل تعلم:

أن صحراء ناميب تمتد على طول ساحل ناميبيا في جنوب شرق أفريقيا وأن المناخ في هذه الصحراء غريب جدًا وأن الهواء مشبع بالرطوبة. والضباب الكثيف يتقدم من البحر، إلا أنه نادرًا ما يتسقط المطر على اليابسة وأن هذه الصحراء تشكّل إحدى أكثر المناطق جفافًا في العالم؟

معجم المصطلحات

أطياف مغناطيسية كهربائية:
مجموعة الموجات أو الإشعاعات الكهرومغناطيسية بطبيعتها، مكونة من القوتين الكهربائية والمغناطيسية. تتضمن موجات لاسلكية وموجات دقيقة وضوء مرئي ما تحت الأشعة الحمراء وإشعاعات ما فوق البنفسجية وإشعاعات سينية وإشعاعات غامّا.

إلكترون:
جسيم سلبي الشحنات يدور حول نواة الذرة. تشكل حركة الإلكترونات عزل التيار الكهربائي أو جريانه.

إيون:
ذرة أو مجموعة من الذرات ذات شحنة إيجابية (آيون موجب) أو شحنة سلبية (آيون سالب).

انعكاس:
عندما تلتقي الإشعاعات أو الموجات أو أشكال أخرى من الطاقة بسطح ما وترتد مجدداً، مثلما عندما يرتد شعاع ضوئي عن مرآة.

انكسار:
عندما تلتوي إشعاعات أو موجات أو أشكال أخرى من الطاقة ضمن زاوية أثناء عبورها من مادة أو وسيط إلى آخر، كما عندما تعبر الإشعاعات الضوئية من الهواء إلى الماء.

بروتون:
جسيم إيجابي الشحنات في نواة الذرة.

تذويب:
عندما تنقسم مادة (الذائب) إلى جزيئات أو ذرات فردية وتنشر في مادة مادة أخرى (المذيب) لتشكيل المحلول.

جزيء:
ذرتان أو أكثر مجتمعة أو متصلة ببعضها البعض. قد تتألف من العنصر الكيميائي نفسه، مثل جزيء غاز الأوكسجين الذي يضم ذرتين من الأوكسجين (O_2). أو عناصر كيميائية مختلفة، مثل جزيء الملح العادي، الذي يضم ذرة واحدة من الصوديوم وذرة من الكلورين ($NaCl$).

جهد:
معدل القيام بالعمل أو استخدام الطاقة.

ذائب:
مادة (مثل السكر) تذوب في مذيب لتشكيل محلول.

ذرة:
أصغر جزء أو جسيم من عنصر كيميائي (مادة كيميائية صافية) لا يزال يحمل خصائص وصفات ذلك العنصر.

سنة ضوئية:
المسافة التي ينتقل بها الضوء في سنة واحدة، وتساوي 9460000 مليون كيلومتر.

شعاع:
طاقة أو جسيمات مشعة أو منبعثة أو منبثقة من مصدر ما.

ضغط:
تأثير قوة ضاغطة على جسم أو مادة، يقاس بوحدة باسكال (نيوتن بالمتر المربع).

طاقة:
القدرة على القيام بعمل، أي تحقيق الأحداث وإحداث التغييرات. تنشأ الطاقة بأشكال عديدة، من بينها الضوء أو الحرارة أو الكهرباء أو الصوت أو الحركة أو المادة أو المواد الكيميائية. لا تختفي الطاقة عندما تُستخدم، بل تتحول إلى شكل آخر من أشكال الطاقة.

عنصر:
مادة واحدة من المواد الكيميائية البالغ عددها حوالى 112، مثل الحديد أو السليكون أو الكربون، التي لا يمكن أن تنقسم كيميائياً إلى مواد أكثر بساطة. تتشابه ذرات العنصر الواحد في ما بينها، وتختلف عن ذرات العناصر الأخرى.

فعل:
إجراء ناتج عن تحول الطاقة التي تجعل جسماً يتحرك. إن لم يتحرك الجسم، عندئذ لم يحدث أي عمل تقنياً.

قوة:
كل تأثير أو عمل يميل إلى تغيير حركة جسم، إما يبطئ من حركته أو يسرعه أو يغير اتجاهه. تقاس بوحدة نيوتن.

لبتون:
إحدى المجموعات الأساسية من الجسيمات الجوهرية أو الأولية. تتضمن الإلكترونات وكذلك الميون وجسيمات أخرى (انظر أيضاً مكونات دون الذرية).

مادة:

كل أنواع المادة التي تملك وزناً ويمكن رصدها. تتكون معظم المواد من الذرات.

محلول:

ذوبان ذائب في مذيب.

مذيب:

مادة (مثل الماء) يذوب فيها الذائب، لتشكيل محلول.

مركّب:

عندما تمتزج مادتان كيميائياً، وبذلك تجتمع أو تتصل ذراتهما ببعضها البعض.

مزيج:

عندما تتواجد مادتان أو أكثر معاً وتمزج مادياً، إلا أن ذراتهما لا تجتمع أو تتصل كيميائياً ببعضها البعض.

مكونات دون ذرية:

إحدى المجموعات الأساسية من الجسيمات الجوهرية أو الأولية. تشكل الأنواع أو التركيبات المختلفة من المكونات دون الذرية جسيمات مثل البروتون والنيوترون (انظر أيضاً لبتون).

نيوترون:

جسيم متعادل أو خالي الشحنات في نواة الذرة.

قياسات وتحويلات علمية أساسية

الطول: متر (الرمز م.)
وحدات أخرى خاصة بقياس الطول
1 إنش — 2.54 سم
1 قدم — 12 إنش — 0.3048 م.
1 ياردة — 3 أقدام — 0.9144 م.
1 ميل — 5280 قدماً — 1.61 كلم

الوزن: غرام (الرمز غ.)
وحدات أخرى خاصة بقياس الوزن:
1 أونصة — 28.35 غ
1 باوند — 16 أونصة — 0.45 كلغ
1 طن (امبريالي) — 2240 باونداً — 1016 كلغ – 1.0161 طناً (متريا)

كمية المادة: مول
1 مول يحتوي على العدد نفسه من الذرات مثل 12 غ من الكربون 12–

الوقت: الثانية
وحدات أخرى خاصة بالوقت
60 ثانية — دقيقة واحدة
60 دقيقة — ساعة واحدة
24 ساعة — يوم واحد
365.2422 يوماً — سنة واحدة

الحرارة: كلفن
وحدات أخرى خاصة بالحرارة
درجة مئوية — كلفن + 273.15 درجة فهرنهايتية — 9/5 درجة مئوية + 32

التيار الكهربائي: أمبير

قوة الضوء: كانديلا

قياسات مشتقة

المساحة: متر مربع م2

وحدات أخرى خاصة بالمساحة
1 هكتار — 1000 م2
1 قدم مربع — 1 44 إنش مربع
1 ياردة مربعة — 9 أقدام مربعة
1 فدان — 4.840 ياردة مربعة

حجم: سنتمتر مكعب م3
ليتر، ل
متر مكعب، م2

الوحدات الأخرى الخاصة بالحجم
1 باينت — 0.5681
1 غالون — 8 باينت — 4.551

كثافة (الوزن بحجم الوحدة)
غرام بالسنتمتر المكعب، غ/سم2

السرعة (مسافة تتحرك مع الوقت)
كيلومتر بالساعة، كلم/س

وحدات أخرى خاصة بالسرعة
أميال بالساعة

تسارع
(تغير بالسرعة مع الوقت)
أمتار بالثانية بالثانية

القوة أو الوزن
(الوزن ضرب التسارع)، نيوتن

الزخم
(الوزن ضرب السرعة)
كيلوغرام X متر بالثانية

ضغط
(القوة بمساحة الوحدة)
نيوتن بالمتر المربع

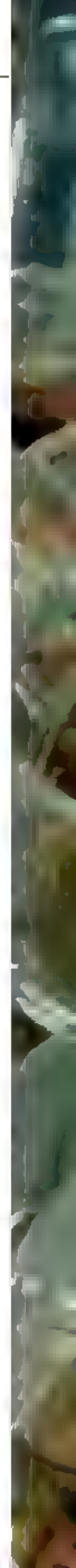
وحدات أخرى خاصة بقياس الضغط
mm Hg — 133.32 N/m2 1
atmosphere — 760 mm Hg 1

الطاقة
(القوة ضرب المسافة المتحركة)، جول

جهد (طاقة مستخدمة على مر الوقت)، واط

فهرس

آبار 85
أجنحة الطائرات 20، 123
أجهزة الاتصالات 62-63
أجهزة بصرية 80-81
أجهزة ضبط نبضات القلب 55
أحماض 24، 54
آذان الإنسان 73
آذان الحيوانات 73
أراضي رطبة 92
أرخميدس 40
أرسطو 95
أرض 60
أرمسترونغ، نيل 105
إزالة الغابات 98، 99
أسافين 40، 41
أسماك القرش 49
أسود 70، 71، 72
إشارات عصبية 53
إشعاع كهرومغناطيسي 39
أشعة سينية 30
أشعة غاما 30
أصوات بالموجات فوق الصوتية67، 70
أصوات تحت الصوتية 70، 71
أصوات صاخبة وناعمة 72-73
أصوات عالية ومنخفضة 70-71
أطوار 107
إعادة تدوير 27
أعاصير 91
أفوجادرو، أميديو 16
أقطاب 54
أقمار 108، 112
أقمار اصطناعية 33، 104، 106، 107
أكسجين 14، 15، 21، 24، 25، 26، 89، 136
آلات بسيطة 40-41
آلات تصوير 50-51
آلات موسيقية 71
إلكترونات 14، 22، 48، 49، 51، 52، 56
ألمونيوم 27
ألوان أساسية 75
أمطار حمضية 9
أنابيب دائرية 56
أنهار 92-93
أهرامات 7، 40
أوتوجايرو 124
أورانوس 103، 109.113
أورستد، هانز كريستيان 58
أوزون 14، 89
أوم، جورج سيمون 56
أوم 53، 56
أينشتاين، ألبرت 7، 8، 116
أيونات 14، 17، 22، 54
ابن الهيثم 74
احتباس حراري تأثير 88، 98، 99
احتراق 15، 16، 24، 136
احتراق 16، 24
احتكاك 38، 42-43، 51
ازدواجية الموجات – الجسيمات للضوء 74
استكشاف الفضاء 104-105، 112، 117
استهلاك الطاقة 99
امبير 53، 56
انتقال 74، 78
اندماج نووي 31
انشطار نووي 31
انعكاس 76-77
انعكاس التلسكوبات 81
انقراض 97
انكسار 78-79، 132
انكسار التلسكوبات 81
اهتزازات 68، 130
بارد 38-39
بارومتر 137
بالونات الهواء الساخن 122
بحيرات 92-93
بخار الماء17، 20، 92
براكين 18، 86-87
برج بيزا المائل36
برق17، 30، 49، 50
برنولي، دانيال 20، 123
بروتونات 48، 49
برونز 27
بطاريات 54، 56، 127
بعثات أبولو 103، 105
بكتيريا زرقاء 94
بلاتين 26
بلاديوم 26
بلازما 17
بلوتو 112
بلورات 15، 22، 119
بوصلة58، 60، 129



بولونيوم 45
بويل، روبرت 18
بيل، الكسندر غراهام 72
تأثير دوبلر 69
تآكل التربة 99
تحولات كيميائية 15، 24-25
تحويل 32-33
تخطيطات موجات الدماغ 5
تدفق صفحي 20
تذويب 22-23
ترانزستورات 57
تردد 70، 72
ترددات 66، 70، 72
تروبوسفير 88
تزييت 42
تشكيل 117
تشياكوفسكي، كونستانتين 105
التصوير بالرنين المغناطيسي 30
تغير كيميائي 24، 25
تغيير لون 24
تكثيف 18، 19
تلسكوب الفضاء هابل 110
تلسكوبات بصرية 81
تلسكوبات عاكسة 81
تلسكوبات لاسلكية 81
تلوث 9، 16، 23، 98
تنقيب 27، 45
توجه ضوئي 134-135
توليد 32-33
تيار مباشر (DC 52، 53)
تيار متردد (AC 52، 53، 57)
ثاني أكسيد الكربون 24، 109
ثلاجة 19
ثنائيات 57
ثورة الاتصالات 116
ثورة التحضر 116
ثورة صناعية 7، 116
جاذبية 36، 37، 104
جاذبية 7، 34، 36-37، 104
جبال 84
جر 42، 124
جزيئات 14-15، 16، 17، 18، 21، 22، 24، 25، 30، 68، 72
الجفاف 91
جليد 17، 19، 20، 38
جنيحات 123
جهد سطحي 120
جول، جيمس 38
جول 53
حجم 84، 103، 109
حديد 12، 26، 58، 59، 60، 84
حديد خام 26
حرارة 38-39
حركة 34-35، 42، 116
حزمة فولطية 55
حساسية الحيوان 49 و 54
حفارات ميكانيكية 40، 41
حفر 111
حفريات 96، 97
حقول مغناطيسية 60، 61، 128
حماية 72
حمم 18، 87
حواس 49، 67، 69، 70، 71، 73
حوامة 43
حياة على الأرض 94-97
حياة ما قبل التاريخ 96-97
حيتان 69، 72
حيوانات 61
خامات27
خسوف القمر 115
خفافيش 67، 70، 131
خلايا 54، 55
خلايا كهربائية 54، 55، 57
دائرة قطبية جنوبية 106
دائرة قطبية شمالية 106
دالتون، جون 13
دثار 84
درجة الحرارة 84
دلتا 92
دوائر إلكترونية 51
دوائر كهربائية 56-57
دوبلر، كريستيان 69
دورة المياه 92-93
دولاب الماء121
ديسيبل 72 و 73
ديموقريطس 12
ديناصورات 96-97
ذرات 12-15، 16، 18، 22، 30، 38، 39، 52، 68، 72
ذهب 26، 27، 99
ذوبان 16، 18، 19
رابطات أيونية 14
راديوم 45
رافعات 40-41
رسومات 23
روبوتات 31
رياح موسمية 90
رياح 44، 90
زئبق (المعدن) 24، 99

زحل37، 103، 112، 109-113

زلازل 86-87

زمن جيولوجي 96

زهرة 37، 103، 108، 109

زوريكين، فلاديمير 63

سائق ركيزة 35

ساحقات سيارات 35

ساعات 37، 117

ساعة رقاصة 37

سبائك 25، 26، 27، 57

سباخ 92

سدود 44

سرعة الضوء 62، 74

سرعة تدفق 20

سرعة سونيك 69

سماع ستيريوفوني 131

سماع 72-73، 131

سنيل، ويلبورد، 78

سوائل 16-17، 18، 118

سيارات سباق الجائزة الكبرى 25

سيليكون 26، 27، 84

شارون 112

شبكة توزيع الكهرباء 48

شحنة إيجابية وسلبية 48، 49، 51

شحنة كهربائية 48، 49، 51

شهب 110

شوارد 54، 55

صحراء ناميب 137

صدمة كهربائية 48، 50

صفر مطلق 39

صمام ثنائي باعث للضوء57

صمامات 57

صناديق الصمامات 56

صهارة 18، 87

صواريخ 73، 103، 104، 105

صوت 66-67

صوديوم 22

صور المرآة 76، 77

ضغط الهواء 89، 137

ضوء الليزر 62

ضوء بالأشعة تحت الحمراء (IR 39 67)

ضوء بالأشعة فوق بنفسجية 67، 74، 88، 98

ضوء منعكس 76-77

ضوء منكسر 78-79، 132

ضوء 66-67، 74-75

ضوئي 94

طائرة مائلة 40

طاقة 30-31، 44-45

طاقة الحركة، انظر الطاقة الحركية

طاقة الشمسية31، 33، 114

طاقة الصوت 30، 66، 68، 71، 72

طاقة الموجات 45

طاقة حرارية 18، 30، 38، 39

طاقة حركية 21، 30، 31، 32، 33، 38، 42

طاقة شمسية 31، 33، 98، 114

طاقة ضوئية 30، 66

طاقة كامنة 30، 31، 32

طاقة كهربائية 30، 31، 32، 33، 48-49، 50، 57

طاقة كهرومائية 21، 44

طاقة كهرومغناطيسية 30

طاقة كيميائية 30، 32، 33

طاقة متجددة 45، 99

طاقة مغناطيسية 30

طاقة نووية 9، 30، 31، 44

طبقة الأوزون 9، 88، 98

طفو 21

طقس 90-91، 137

طلائعيات 94

طواحين الهواء 44

طوافة 42

طول موجي 66

ظاهرة الاحتباس الحراري 9، 91، 98

عباد الشمس 24

عدانة 26

عدسات 79

عصر 96

عضلات 33، 35، 53، 54

عطارد (كوكب) 103، 108، 109

عفن 135

علوم بيولوجية 8

علوم فيزيائية 7

علوم كيميائية 8

عمل شعري 120

عناصر كيميائية 12، 13، 26

عوادم السيارات 16

عوازل 39، 53، 56، 126

غاز طبيعي 18، 44

الغازات في الغلاف الجوي 89

غازات 16-17، 18

غاليليو غاليلي 114

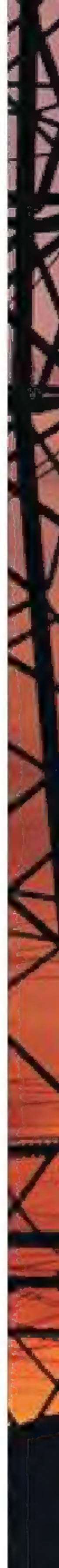
غدران 92

غرق 21

غلاف الصخري 84

غلاف جوي 88-89، 98

غليان 16، 18، 19، 38، 39



غودارد، روبرت 103
غيوم21، 92
فارادات 53
فحم 32، 44، 45
فراغ 66
فرانكلين، بنيامين 49
فرق الجهد 52 و 53
فضة 27
فطريات 95، 135
فوتونات 74
فوسفور 26، 75
فولت 53 و 54
فولتا، اليساندرو 55
فولتميتر57
في الجسم 53
فيضانات 91، 98
فيلة 12، 71
قشرة 84، 85، 86
قطارات ماغليف 59
قطبان وشمال وجنوب 60، 88، 102، 106
قطرات المطر 78
قفز بالمظلات 36
قلويات 24
قمر 36، 76، 106، 115
قنبلة ذرية 72
قوة التيار الكهربائي 57
قوة كهربائية دافعة 53
قوة نووية 9، 30، 31، 44
قوس قزح 74، 78
قوى 34-35، 42
كابلات الألياف البصرية 62
كابلات كهربائية 53
كادميوم 55
كارلسون، تشيستر51
كافنديش، هنري 25
كاميرا مظلمة 132-133
كبلر، يوهانس 106
كتلة 31، 36
كتلة حيوية 44
كربون 24، 26
كرة أرضية 84-85، 103، 108
كروم 26
كسوف 115
كسوف الشمس 115
كلور 22
كلوريد الصوديوم 22
كهرباء 45، 48-59
كهرباء جارية 52-53، 56
كهرباء ساكنة 50-51، 127
كهرومغناطيسية 58-59، 67
كهوف 23، 93
كواكب 108، 109، 112، 113
كواكب خارجية 112-113
كواكب داخلية 108-109
كواكب 102، 103
كوبالت 59
كوبرنيكوس، نيكولاس 6، 102
كوري، ماري 45
كوكب المشتري37، 103، 109،112
كولوم، تشارلز 61
كولومب 53
كويكبات 110، 111
كيلو واط - ساعة 53
لجنين 12
لمبات كهربائية 56، 57
لولبية 57 ، 58
لون 74، 75
ليوناردو دافينشي7
مؤشر الانكسار 78
مئوية 38
مادة 16، 18، 31، 36
ماسحات ضوئية 30
ماغنيسيوم 27، 84
ماكسويل، جيمس كلارك 67
مجالات 60
مجهر 32، 74، 80
مجهر إلكتروني 80
محاليل 22، 23، 118
محامل الكرة 42
محطات توليد الكهرباء 32، 44، 48
محطة الفضاء الدولية 117
محطة الفضاء مير 103، 116
محول 54
محولات 57
محيط حيوي 94
مدار 102، 106-107، 108
مدارات 36، 102، 106-107
مدى 66، 72
مذنب هالي 110
مذنب هايل-بوب 110
مذنبات 110-111
مذيبات 22، 23
مرشحات 75
مرصد الشمس وغلافها 115
مركبات الاطلاق 104
مركبات الكربون الكلورية فلورية 88
مركبات كيميائية 13
مركبة كاسينيه يغنز الفضائية 37،

112
مريخ 103، 108، 109، 111
مزارع الرياح 45
مزج 75
مسابر فضائية 112
مساحة 13
مسارات 35
مسارات جرارة 35
مسامير 40
مشاكل بيئية 98-99
مشكال 77
مصادر كيميائية 54-55
مطاط، مصلّد 25
معادن 23، 25، 27، 84، 85، 93
معادن 26-27
مغناطيسية 58-61، 128، 60، 61
مفاصل اصطناعية 8
مقاومات 57
مقاومة الهواء 34
مقياس ريختر 86
مكابح 43
مكابس هيدروليكية 40
مكثفات 51، 57
مكوك الفضاء 8، 105
ملاحة 61
ملح 15 و 22
ممالك الحيوانات 94-95
مناخ 90-91
مناظير 77، 79
منحدر 40
منظفات 23
منغنيز 26
مواد شفافة 16، 74، 78
مواد صلبة 16-17، 18
مواد لاصقة 25
مواد مظلمة 74
مواسم 106
مواشير 77، 78، 79
موجات الضوء 66، 67، 75
موجات دقيقة 30
موجات زلزالية 86
موجات صوتية 66، 67، 68-69، 130،
131
موجات كهرومغناطيسية 62، 67
موجات لاسلكية 30، 62، 63، 70، 129
موسيقى 68، 72
موصلات 56، 126
مولد الرياح 125
مولدات هوائية 45
مولدات 51
مياه البحر 22
مياه 17، 20-21، 25
ميكروسكوب بقطرة الماء 133
نباتات 94، 134-135
نبتون 103، 109، 113
نحاس 27
نشاط إشعاعي 9، 45
نشاط خارج المركبة 105
نشر 118
نطاق ديسيبل 72 ، 73
نطاق كلفن 39
نطاق وميركالي معدّل 86
نظام شمسي 108
نظرية النسبية 7، 116
نفط 23، 42، 43، 44
نفق قناة 85
نقطة ارتكاز 40 و 41
نقطة الغليان 18، 39
نهضة 116
نواة 84
نوتة موسيقية 71
نيازك 88، 111
نيتروجين 89
نيكل 55، 59، 84
نيوترونات 49
نيوتن 36
نيوتن، إسحاق 7، 34
هبوط على سطح القمر 105
هطول الأمطار 90، 91، 92
هطول الأمطار 91
هواتف محمولة 63
هوك، روبرت 32
هيدروجين 13، 21، 25، 113، 114
هيرتز، هاينريش 70
هيرتز 53، 70
هيلم هولتز، هيرمان 31
هيليوم89، 112، 113، 114
واحة 21
واط 53
وحدانات 94
وديان 92
وزن 36
وقود أحفوري 44، 45
ويبل، فريد 111
يورانيوم 45
يوينهويك، انطونيفان 80